

Table des matières

INTRODUCTION.....	3
1.1 GROUPE ET COMMUNICATION	3
1.2 APPROCHE TRADITIONNELLE	4
1.2.1 Communiquer	4
1.2.2 Collaborer	5
1.2.3 Etre présent	5
1.3 MEDIA SPACE	6
MEDIASPACE : ETAT DE L'ART.....	8
2.1 SERVICES	8
2.2 PROBLEMES.....	9
2.2.1 Aspects techniques.....	9
2.2.2 Aspects sociaux.....	11
2.3 IMPLEMENTATION	13
2.3.1 Réseau audio/vidéo : numérique ou analogique ?	14
2.3.2 Architecture logicielle	14
CRITIQUE ... CONSTRUCTIVE	17
3.1 GESTION DES RESSOURCES.....	17
3.1.1 Diversifier les utilisations.....	17
3.1.2 Diversifier les ressources	18
3.2 COLLABORATION	19
3.3 COMMUNICATION ASYNCHRONE	20
3.4 COMMENT ALLER PLUS LOIN ?	20
NOUVEAU MODELE DE MEDIASPACE	22
4.1 AGENTS.....	22
4.1.1 Définition du concept.....	22
4.1.2 Des agents au mediaspace.....	23
4.2 UN SYSTEME BASE SUR LES PERSONNES	24
4.2.1 Agents personnels.....	24
4.2.2 Services classiques	25
4.2.3 Intégration du collectif.....	29
4.2.4 Autres services.....	31
4.3 IMPLEMENTATION	31
4.3.1 Plate-forme matérielle et logicielle	31
4.3.2 Système de communication.....	32
4.3.3 Agents et services.....	36
CONCLUSION	42
REFERENCES.....	43
BIBLIOGRAPHIE.....	43
POINTEURS WWW	47

Illustrations

<i>Figure 1 : Anisotropie de la vidéo</i>	<i>10</i>
<i>Figure 2 : Le tunnel vidéo</i>	<i>10</i>
<i>Figure 3 : Utilisation d'un réseau audio/vidéo analogique</i>	<i>15</i>
<i>Figure 4 : Connexion de A vers B avec RAVE</i>	<i>16</i>
<i>Figure 5 : Eléments typiques d'un noeud de mediaspace</i>	<i>17</i>
<i>Figure 6 : Trois niveaux et six modes de collaboration</i>	<i>19</i>
<i>Figure 7 : Nouveau schéma de communication</i>	<i>24</i>
<i>Figure 8 : Structure d'un paquet envoyé par A à B</i>	<i>33</i>
<i>Figure 9 : Passerelle WWW</i>	<i>39</i>
<i>Figure 10 : Interface de l'agent utilisateur</i>	<i>40</i>

Introduction

Le groupe est une notion omniprésente de la vie quotidienne : famille, amis, collègues de travail, voisins, ... Les progrès réalisés en matière de télécommunication, accompagnés du développement de l'informatique distribuée et des réseaux, permettent de franchir les barrières physiques ou temporelles qui empêchaient la communication au sein d'un groupe réparti sur plusieurs étages, plusieurs bâtiments, plusieurs villes, ou plusieurs pays.

Le terme collecticiel [Ellis et al., 1991] désigne des systèmes informatiques qui assistent un groupe de personnes engagées dans une tâche commune et qui fournissent une interface à un environnement partagé. L'objectif de ce stage est l'étude des mediaspaces, un type particulier de collecticiel intégrant différents moyens (audio, vidéo, ...) pour reproduire les différents types de communication offerts par la proximité physique.

Après avoir défini ces types de communication, nous verrons comment chacun d'entre eux à été traité jusqu'à présent, puis nous présenterons le concept de mediaspace.

1.1 Groupe et communication

Un groupe social [Rabier, 1990] est défini comme étant un ensemble de personnes auquel sont associés :

1. Une liaison permettant la communication ;
2. Un code (système de valeurs) commun ;
3. Une relation symbolique entre les membres du groupe.

Nous nous intéressons, dans le cadre de ce stage, à la liaison entre les membres du groupe, et plus précisément aux types d'activités et de communication que celle-ci autorise.

La présence physique, qui est la liaison 'naturelle', est utilisée comme référence :

J'arrive au LRI. Les nombreuses voitures sur le parking montrent que la rentrée est proche... Je monte au deuxième étage. Plusieurs personnes sont en train de discuter en prenant un café. Une affiche annonce la réunion d'équipe de demain. En allant vers le bureau, je vois que quelqu'un utilise le Mac PAO. Il me faudra attendre pour scanner mes schémas. Je rencontre un autre stagiaire de l'équipe. Après une petite discussion, nous établissons le plan de nos interventions respectives lors de la réunion d'équipe.

Dans ces quelques lignes se trouvent rassemblées les possibilités offertes par la présence physique :

Conscience de groupe	Conscience des personnes présentes, des ressources et des événements, opportunités de contact.
Communication informelle	Discussions autour d'un café, dans un couloir.
Communication formelle	Collaboration , réunions d'équipe.

Ces trois possibilités peuvent être résumées par : *Etre présent, Communiquer et Collaborer*.

1.2 Approche traditionnelle

Cette section présente les différentes solutions utilisables pour pouvoir *Etre présent, Communiquer et Collaborer* lorsque la présence physique est impossible, chaque aspect étant considéré individuellement.

1.2.1 Communiquer

Cet aspect de la présence physique est sans doute celui qui a été le plus étudié :

- L'invention de l'écriture a permis de résoudre le problème de la communication à distance. L'écriture a également marqué le début d'une nouvelle forme de communication : la communication asynchrone.
- Le téléphone est le premier outil inventé pour la communication synchrone. A l'origine conçu pour diffuser des nouvelles ou de la musique, il a rapidement été adopté pour les communications personnelles.
- Si la diffusion d'images à grande échelle est elle aussi largement employée (télévision), l'utilisation de la vidéo pour des communications personnelles (vidéophones) reste quasi inexistante.

Ces différentes solutions mettent en évidence les points clés de *Communiquer* : la dualité synchrone/asynchrone, et les différentes configurations possibles (1→1, 1→n, et pourquoi pas n→n).

Il semble aujourd'hui que le téléphone et le courrier (papier ou électronique) soient suffisants pour répondre aux besoins de *Communiquer*. On n'utilisera sans doute jamais un hologramme en 3D pour avoir les horaires du cinéma ...

1.2.2 Collaborer

Dès les années 60, des salles de vidéoconférence ont été utilisées pour des réunions à distance (assemblées générales d'AT&T, évoquées dans [Moore & Schuyler, 1994]). De nombreuses raisons sont à l'origine de leur manque de succès (nombre de pièces limité, problèmes techniques, coût, aspect impersonnel). La plus importante est sans doute l'impossibilité de partager autre chose que des images et du son.

Le collecticiel permet de partager un environnement pour réaliser une tâche commune. Ce type d'application offre ainsi la possibilité à plusieurs personnes de collaborer pour créer un schéma, éditer un document, ou prendre des décisions.

Deux points sont alors importants : savoir ce que font les autres, et pouvoir communiquer avec eux.

Différents éléments peuvent être ajoutés à l'interface pour disposer d'une vue d'ensemble de la collaboration (barres de défilement associées aux différents utilisateurs pour les situer dans le document et télépointeurs lorsqu'ils sont proches) et la communication, dans les cas extrêmes, peut se limiter à l'échange de texte.

De nombreuses études se sont penchées sur l'apport de moyens audiovisuels au collecticiel [Tang & Isaacs, 1993]. On peut retenir les résultats suivants :

- Une liaison audio (éventuellement téléphonique) facilite la collaboration.
- La vidéo ne change pas la qualité du travail produit, mais elle permet de parler de la tâche à accomplir et non de ce qu'il faut faire pour l'accomplir.
- La vidéo facilite les transitions entre l'espace personnel et l'espace commun. On peut utiliser un recouvrement d'images pour fusionner les espaces individuels [Ishii & Ohkubo, 1990].
- La vidéo permet d'accompagner la communication verbale à l'aide de gestes (idéatifs, figuratifs ou évocatifs), postures, mimiques [Weil-Barais et al., 1993]. Ces indices permettent d'interrompre une personne, d'attirer l'attention, d'exprimer un désaccord ou d'interpréter les silences.

1.2.3 Etre présent

L'expérience Hole-in-Space [Galloway & Rabinowitz, 1980], montre que la téléprésence est réalisable en utilisant des moyens audio et vidéo de façon continue : deux rues de Los Angeles et New York furent reliées par une liaison satellite pendant plusieurs jours. Le dispositif comprenait un grand écran, muni d'une caméra et de haut-parleurs, placé dans une vitrine sans instruction ni commentaire.

Très vite, les passants comprirent que les personnes qu'ils voyaient et entendaient pouvaient également les voir et les entendre. Les premiers échanges étaient plutôt de nature informelle, mais au bout de quelques jours, certains se donnaient rendez-vous et revenaient pour pouvoir discuter avec des amis ou de la famille.

Cette expérience montre qu'il n'est pas nécessaire d'être au même endroit pour retrouver les caractéristiques d'*Etre présent*.

1.3 Media Space

Nous avons vu que chaque aspect de *Etre présent, Communiquer et Collaborer* peut être traité en utilisant une liaison audio, une liaison vidéo, un système informatique, ou une combinaison de ces éléments.

Mais jusqu'ici, il manque une approche plus globale, essayant de combiner les diverses solutions. Le premier système se rapprochant de cette vision globale est le Media Space, développé en 1985 au Xerox PARC [Bly et al., 1993] :

Afin de relier deux unités de recherche situées à Palo Alto (Californie) et Portland (Oregon), différentes pièces de chaque site furent interconnectées (bureaux, cafétéria, salle de conférence). L'ensemble fut utilisé pour faciliter la collaboration entre les deux équipes : grâce au système informatique, chaque utilisateur pouvait établir une connexion audio/vidéo permanente avec n'importe quel autre utilisateur, ainsi qu'avec les parties communes. Quelques années plus tard, lorsque les deux unités fusionnèrent, le Media Space fut conservé comme activité de recherche.

En dix ans, de nombreux laboratoires se sont penchés sur les possibilités offertes par ce type de système :

- VideoWindow et Cruiser [Cool et al., 1992] [Fish et al., 1992], développés à la même époque par BellCore, sont très proche du premier Media Space.
- La plus grande partie de la littérature est due aux travaux du Xerox EuroPARC : [Buxton & Moran, 1990] [Dourish, 1991] [Lövstrand, 1991] [Gaver, 1992] [Dourish & Bly, 1992] [Gaver et al., 1992] ... Ces travaux couvrent non seulement les aspects techniques mais également les implications sociales de l'utilisation des mediaspaces.
- L'Université de Toronto a développé un mediaspace dans le cadre du Ontario Telepresence Project [Mantei et al., 1991]. Ce projet reste aujourd'hui la plus grande expérience réalisée, aussi bien au niveau des moyens mis en place que des aspects étudiés.
- Plus récemment, des solutions entièrement numériques ont été envisagées chez Sun [Tang & Rua, 1994] ou chez DEC [Gajewska et al., 1994].

Avant de poursuivre, il nous faut donner une définition d'un mediaspace :

Un mediaspace est une infrastructure matérielle et logicielle pouvant se substituer à la présence physique pour servir de support aux différentes formes de communication au sein d'un groupe.

Les services offerts par un mediaspace doivent donc permettre d'*Etre présent* (conscience de groupe), de *Communiquer* (de façon synchrone ou asynchrone) et de *Collaborer*.

Nous allons tout d'abord faire un état de l'art des mediaspaces existants présentant les différents services développés, les problèmes rencontrés et un exemple d'architecture logicielle. Nous verrons ensuite pourquoi ces systèmes ne correspondent qu'en partie à la définition du mediaspace que nous venons d'établir,

étant inadaptés au support de la communication asynchrone et de la collaboration. Nous présenterons enfin une nouvelle approche intégrant les services des mediaspaces existants et répondant aux différents critères de la définition.

Mediaspace : Etat de l'art

2.1 Services

Les mediaspaces existants comportent à peu près tous les mêmes services. Afin de ne pas nous répéter, nous allons retracer le chemin suivi par les développeurs d'un mediaspace hypothétique, synthèse des différentes expériences.

Au début, seules les zones publiques (cafétéria, salle de conférence) sont équipées. Ces connexions permettent de savoir qui est présent et offrent des opportunités de contact.

L'étape suivante est l'extension du système à un ensemble de bureaux. Le service **Connect** permet de se connecter à un autre bureau ou à une zone publique. On crée également un service miroir (**Mirror**), utilisé pour contrôler l'emplacement des caméras et la qualité du son.

Sur la demande des utilisateurs, un nouveau service est ajouté : le coup d'oeil (**Glance**). Celui-ci établit une connexion vidéo de quelques secondes. Il est utilisé pour savoir si la personne est là. L'absence de liaison audio et la courte durée assurent une intrusion minimale.

En exécutant une suite de Glance, on peut alors reproduire les conditions que l'on rencontre lorsqu'on marche dans un couloir en regardant à travers les différentes portes [Cool et al., 1992].

Pour pouvoir regarder des enregistrements vidéo à plusieurs, enregistrer une conversation ou ne pas rater le journal télévisé, on ajoute au système un tuner TV et des magnétoscopes.

A l'occasion de la Guerre du Golfe, les utilisateurs demandent que l'on puisse définir une connexion par défaut (**Background**), interruptible et rétablie lorsque l'autre connexion est terminée [Cool et al., 1992]. Ce système leur permet alors d'avoir les informations en continu par défaut, tout en restant accessible pour les autres personnes. Il permet également en temps de paix d'éviter « l'écran noir qui ne sert à rien ».

Un nouveau service apparaît : le partage de bureau (**Office Share**). Il s'agit d'une connexion classique qui est maintenue pendant plusieurs jours, plusieurs semaines, voire plusieurs mois. [Dourish et al., 1994]

C'est la guerre ! Les utilisateurs tendent des embuscades [Fish et al., 1992] : ils restent connectés à un bureau vide pour être sur de savoir quand la personne rentrera. Pour mettre un terme à ces pratiques barbares, on crée un nouveau service : **Awareness Server**. Des captures des différents bureaux réalisées à intervalles réguliers sont affichées avec quelques informations complémentaires (e-mail de la personne, heure de la capture, ...) [Cool et al., 1992] et [Dourish & Bly, 1992]

Conférence : Afin de permettre les discussions à plusieurs, un dispositif de montage est ajouté qui permet d'avoir au centre de l'image la personne en train de parler, et des images fixes, capturées à intervalles réguliers, des autres personnes autour. [Mantei et al., 1991]

On peut classer ces différents services par degré d'engagement croissant [Gaver et al., 1992] : Mirror, Background, Awareness Server, Glance, Office Share, Conférence, et enfin Connect.

2.2 Problèmes

Cette section a pour objet de présenter différents problèmes rencontrés lors de la conception ou de l'utilisation d'un mediaspace : après avoir détaillé les aspects techniques liés à l'utilisation des moyens audiovisuels, nous verrons les conséquences de l'utilisation d'un tel système sur la vie sociale du groupe ainsi que les divers mécanismes à mettre en place pour préserver la vie privée.

2.2.1 Aspects techniques

Si les dispositifs audio et vidéo permettent de voir et d'entendre, ils présentent certaines limites physiques [Gaver, 1992] qui doivent être prises en compte lors de leur utilisation :

Le champ de vision d'une caméra est réduit. Associé à la faible résolution, il limite les possibilités de vision périphérique et d'exploration de la scène (impossible de lire à distance). Des caméras équipées d'un objectif grand angle et placées judicieusement peuvent néanmoins aider à résoudre ces problèmes.

Comme on peut le voir sur la Figure 1, la séparation écran/caméra rend le contact visuel difficile. Des études ont montré que celui-ci intervient dans près de 60% des conversations [Mantei et al., 1991]. Il sert de régulateur et de feed-back et permet de faire passer des émotions. A défaut de pouvoir croiser le regard, on peut se contenter de savoir où l'autre regarde [Tang & Isaacs, 1993]. Cette séparation écran/caméra fait qu'il est également difficile de prédire ou d'interpréter les mouvements de la personne distante.

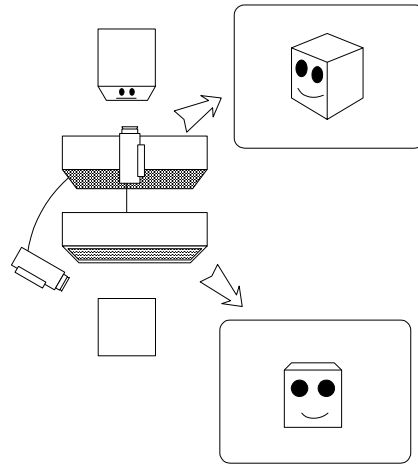


Figure 1 : Anisotropie de la vidéo

Pour éviter ce problème, on peut utiliser un ensemble miroir, caméra, écran construit sur le principe du prompteur : le tunnel vidéo (Figure 2, d'après [Buxton & Moran, 1990])

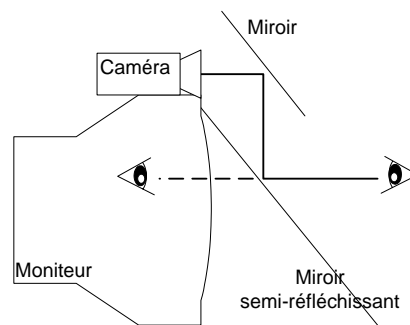


Figure 2 : Le tunnel vidéo

La localisation des sons est impossible si l'équipement audio n'est pas stéréo et de bonne qualité. Des phénomènes d'écho viennent également perturber l'audition. Les sensibilités différentes des micros placés dans les divers bureaux obligent à régler sans cesse le niveau sonore. Une nouvelle fois, des solutions techniques peuvent être mises en place pour limiter ces inconvénients (tables de mixage, contrôle automatique du gain, ...), mais elles ne font parfois qu'empirer la situation.

Les caméras et micros sont fixes. Il n'est pas possible de changer le point de vue. Ce problème peut être contourné en installant plusieurs caméras et micros. On peut également envisager des solutions plus élaborées. [Gaver et al., 1995] décrit un système (une fenêtre virtuelle) qui suit les mouvements de la personne face à l'écran et bouge la caméra distante pour donner l'impression d'être devant une fenêtre réelle.

2.2.2 Aspects sociaux

Le mediaspace offre différentes possibilités de communication. Mais il constitue également un moyen d'intrusion dans la vie privée des membres du groupe. Nous allons voir comment un contrôle simple peut être mis en place, utilisant une négociation explicite, puis comment il peut être étendu par une diversification des services et la notion de notification. Nous verrons enfin que l'utilisation d'un mediaspace comporte des problèmes qui ne peuvent être résolus que par l'adaptation des membres du groupe à ce nouvel outil.

Négociation explicite

Les utilisateurs se sentent concernés par les problèmes de vie privée, que ce soit la leur, ou celle de leurs collègues. Les premières expériences de mediaspace n'offraient aucune possibilité de contrôle sur les connexions. Toutes les demandes aboutissaient, et la seule protection était de débrancher la caméra et le micro.

Cette méthode, si elle est efficace, est également radicale. Une solution plus souple, inspirée du téléphone, a donc été adoptée :

A appelle B

B sait alors que A veut le voir et décide s'il accepte ou non

Si B donne son accord, la liaison $A \leftrightarrow B$ est établie

Lorsqu'on croise une personne dans un couloir, son attitude nous permet de savoir si elle est disposée à parler, si elle est pressée, ... C'est l'absence de ces différents indices visuels et auditifs qui rend nécessaire l'expression explicite de l'acceptation ou du refus. Si le modèle du téléphone offre un moyen simple pour contrôler les demandes de connexion, il crée également de nouveaux problèmes :

Comment savoir si X est là sans le déranger ?

Comment refuser un appel de Y sans le froisser ?

Les utilisateurs de Cruiser préféraient ne pas répondre à un appel en laissant croire qu'ils étaient absents, plutôt que de devoir exprimer clairement le refus [Cool et al., 1992]. Ce type de réaction est le plus souvent lié au manque d'information sur l'intention de la connexion : on peut comprendre que quelqu'un ne veuille pas être dérangé, mais un simple coup d'oeil pour voir si cette personne est occupée ne risque pas de perturber son activité et devrait être accepté. La multiplication des services (Glance, Awareness Server, Office Share) permet de classer les demandes de connexion par intention, facilitant alors le contrôle.

Contrôle et notification

Lors des premières expériences (Cruiser et Media Space), toutes les connexions étaient réciproques. L'introduction de nouveaux services, comme le Glance, a très vite montré que cette réciprocity stricte était trop intrusive [Cool et al., 1992] et qu'il fallait associer au contrôle la notion de notification.

Rappelons qu'un Glance établit une liaison vidéo de quelques secondes. Ce service est habituellement utilisé pour savoir si la personne contactée est présente. L'intention et les moyens utilisés pour cette connexion permettent de faire plusieurs remarques :

1. Deux ou trois secondes de vidéo seules ne peuvent pas révéler grand chose, si ce n'est une information sur le nombre de personnes et le type d'activité. Ce type d'information, qui peut être obtenu en passant devant une porte ou une fenêtre, est jugé peu intrusif au sein du groupe.
2. Cette remarque n'est valable que si le mediaspace est utilisé par un groupe homogène unique. Dans le cas d'une population variée comportant des sous-groupes (étudiants, professeurs, personnel administratif, ...) on peut vouloir traiter de manière différente les demandes provenant d'individus différents.
3. La liaison vidéo n'intéresse que celui qui fait la demande. La personne contactée n'a pas nécessairement envie de voir apparaître tous ceux qui jettent un coup d'oeil au cours de la journée.
4. Si la liaison vidéo est établie uniquement dans le sens appelant → appelé, l'appelé doit tout de même être prévenu que quelqu'un le regarde.

Ainsi, les mécanismes de contrôle et de notification doivent permettre à un professeur de dire :

- Lors d'un Glance, je voudrais voir la personne qui effectue la demande, sauf si je suis déjà en connexion ;
- Je refuse les demandes de Glance venant des étudiants autres que X, Y et Z ;
- J'accepte celles venant des autres professeurs ;
- Lorsqu'une demande arrive, je demande à être prévenu de telle manière (texte, son, ...).

Plusieurs façons de spécifier ces règles ont été présentées. RAVE [Gaver et al., 1992] permet de donner des droits d'accès pour chaque couple (utilisateur, service) et d'associer des actions à effectuer au début et à la fin de la connexion. CAVECAT [Mantei et al., 1991] utilise des règles basées sur les propriétés des services (durée, ressources) plutôt que sur leur nom. Une règle pour le Glance serait du type :

Si un des *utilisateurs* [michel, thomas, jean-daniel] demande une connexion avec les *propriétés* [court terme, sens unique, vidéo] **alors** accepter avec la *notification* [audio, déclic-d'appareil-photo]

Plusieurs mediaspaces permettent également de choisir les règles à appliquer en indiquant un état courant. Montage [Tang & Rua, 1994] propose :

Accessible / Do not disturb / Locked / Other.

Do not disturb indique aux autres personnes qu'on ne veut pas être dérangé, mais leur permet d'obtenir la connexion s'ils insistent, tandis que *Locked* correspond réellement à une porte fermée. *Other* permet de donner un message expliquant pourquoi on refuse les connexions.

Les notifications peuvent prendre différentes formes : boîtes de dialogues, courrier électronique, trace dans un fichier, sons échantillonnés, sons synthétisés, etc. L'utilisation du son permet une notification non intrusive. On peut notamment associer des sons usuels (portes qui grincent, déclic d'appareil photo) aux différents services, ou encore associer une empreinte sonore différente à chaque utilisateur. En plus de l'aspect avertissement, les notifications peuvent être utilisées pour enregistrer les événements, ou pour recréer une approche non intrusive : Montage utilise un fondu d'images et une montée progressive du niveau sonore pour établir les connexions, évitant ainsi l'apparition soudaine d'une personne sur l'écran [Tang & Rua, 1994].

La technique ne résout pas tous les problèmes

Les connexions établies par le mediaspace ne constituent pas seulement un lien entre les personnes. Elles établissent également un lien entre les espaces [Dourish et al., 1994].

Ce partage de voisinage visuel et auditif, s'il n'est pas connu de toutes les personnes présentes, peut conduire à des situations embarrassantes : la plupart des personnes confrontées à une connexion type Office Share pour la première fois ne se rendent pas tout de suite compte que la liaison est à double sens, à cause de l'absence de communication verbale directe. Des personnes situées en dehors du champ des caméras peuvent alors entendre et voir sans qu'on en ait conscience.

De nouvelles conventions psychosociales doivent donc être développées pour prendre en compte le mediaspace [Mantei et al., 1991].

2.3 Implémentation

Un mediaspace repose en grande partie sur l'utilisation de moyens audiovisuels. Après avoir exposé les avantages et les inconvénients respectifs de l'utilisation de moyens analogiques et numériques, nous présenterons un exemple d'architecture logicielle utilisée pour piloter ces ressources avec un système informatique.

2.3.1 Réseau audio/vidéo : numérique ou analogique ?

La majorité des mediaspaces existants repose sur un réseau audio/vidéo analogique. Un réseau numérique permettrait d'avoir plusieurs connexions simultanées, et offrirait des possibilités de traitement (archivage, mixage, filtrage,...) des données auditives et visuelles.

Pourquoi utiliser un réseau analogique ?

La première raison est technique. Les machines et les réseaux utilisés aujourd'hui ne permettent pas des manipulations de données audio et vidéo sans dégradation importante des performances. Les images arrivent quand elles peuvent, et le traitement risque d'introduire un délai entre l'émission et la réception. Ce problème de performance limite l'utilisation de dispositifs impersonnels (caméra sur le toit, à la cafétéria,...)

La deuxième raison tient à l'utilisation du mediaspace. Comme on l'a vu, la différence avec les systèmes de vidéoconférence est l'utilisation de connexions de longue durée pour recréer une conscience de groupe. Une fenêtre de vidéo numérique est difficile à placer sur un écran : si elle est trop grande, elle constitue une gêne pour l'utilisation d'autres applications, si elle est trop petite, ou cachée par d'autres fenêtres, elle ne sert plus à rien. Un écran indépendant dédié au mediaspace permet d'isoler la communication des autres tâches pour une utilisation passive.

Bien entendu, la transmission d'images et de son sur de grandes distances passe nécessairement par un codage numérique. Une fois les données reçues, elles peuvent toujours être diffusées de manière analogique.

2.3.2 Architecture logicielle

Le seul mediaspace décrit dans les détails est RAVE, développé à EuroPARC ([Buxton & Moran, 1990] [Dourish, 1991] [Lövstrand, 1991] [Gaver, 1992] [Dourish & Bly, 1992] [Gaver et al., 1992] et autres articles des mêmes auteurs).

Ce mediaspace utilise un réseau audio/vidéo analogique (Figure 3). Les connexions sont établies au moyen d'un commutateur piloté par un élément du réseau informatique.

RAVE a été développé de manière incrémentale : basé sur un serveur contrôlant le commutateur, le système d'origine a été progressivement enrichi par des mécanismes de contrôle/notification et des services supplémentaires.

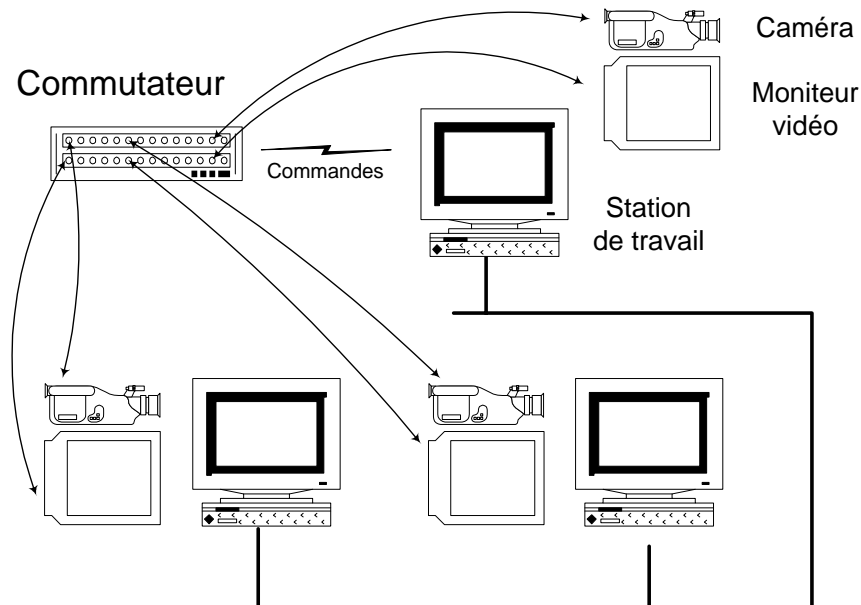


Figure 3 : Utilisation d'un réseau audio/vidéo analogique
(Les périphériques et connexions audio ne sont pas représentés)

Répartition des rôles

Integrated Interactive Intermedia Facility (IIIF)

IIIF est le serveur qui contrôle le commutateur du réseau audio/vidéo. Il distingue quatre types d'entités :

- Plug** : une entrée ou sortie (sortie vidéo d'une caméra, sortie audio, ...)
- Device** : un ensemble de *plugs* (une caméra, un magnétoscope, ...)
- Node** : une station + un ensemble de *devices*
- Person** : un utilisateur, auquel est associé un noeud (*node*) du mediaspace

Les requêtes sont effectuées par les clients au niveau **Person**. Elles sont alors traduites jusqu'au niveau **Plug**, auquel s'effectue la connexion. Ces groupements en unités de granularité variable permettent de demander une connexion avec Bob, plutôt qu'avec la caméra B432.

Godard

Godard est une couche logicielle supplémentaire gérant les problèmes de contrôle. Les requêtes ne sont pas directement adressées à IIIF mais transitent d'abord par ce système. Un ensemble de droits définis par des couples (utilisateur, service) détermine si la connexion doit être établie.

Khronika

Khronika est fondé sur les concepts d'événements, de démons, et de notification : des démons, définis par des ensembles de contraintes, attendent des événements, et produisent des notifications lorsque ceux-ci sont détectés.

Lorsqu'une demande de connexion arrive au niveau de Godard, celui-ci déclenche un événement Khronika. On peut donc associer une notification particulière (son, dialogue, etc.) à chaque type de service.

Ce système n'est pas dédié à la notification des connexions du mediaspace, et peut être utilisé dans un cadre plus général : si un utilisateur A crée un événement annonçant une réunion à 14h, tout autre utilisateur ayant défini un démon chargé de surveiller les réunions à venir dans le prochain quart d'heure sera prévenu à 13h45.

Fonctionnement

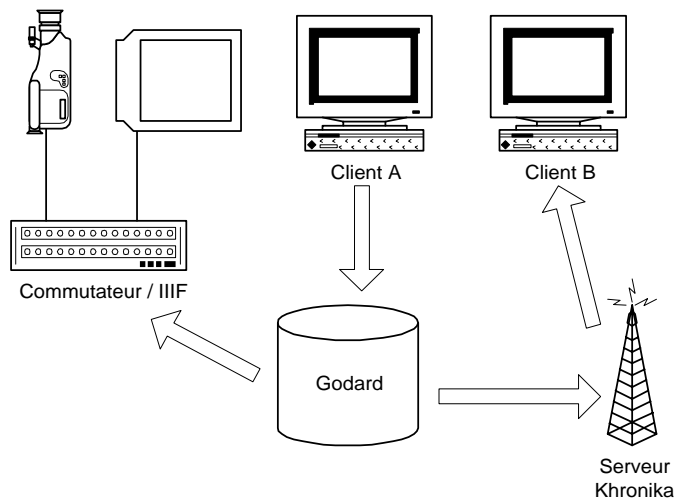


Figure 4 : Connexion de A vers B avec RAVE

RAVE est une architecture centralisée. Les clients ne communiquent pas entre eux, ils ne connaissent que le serveur gérant l'aspect contrôle : Godard.

Toutes les connexions se font de la même manière (Figure 4) :

- A envoie la demande à Godard.
- Godard
 1. vérifie que les droits donnés par B autorisent la connexion
 2. génère un événement Khronika pour prévenir B
 3. demande à IIF de connecter A à B
- B reçoit la notification associée au service et la connexion est établie.

Critique ... constructive

Résumons les possibilités offertes par les différents services du mediaspace :

- Les captures de l'Awareness Server, les Glances et les connexions avec les parties communes (cafétéria, vu d'ensemble du bâtiment) renforcent la conscience de groupe.
- Les connexions du type Office Share créent des opportunités de contact, qui débouchent sur des conversations informelles.
- Une connexion classique (Connect) assurant une liaison audio et vidéo peut être utilisée pour réaliser une tâche commune utilisant ou non un outil informatique.

Alors que les outils traditionnels (téléphone, salles de vidéoconférence) ne s'attachent qu'à un aspect précis, le mediaspace semble donc pouvoir servir de support aux différentes interactions de l'ensemble *Etre présent, Communiquer et Collaborer* en jouant sur la diversité des lieux connectés et la durée des connexions. Pourtant, nous allons le voir, les mediaspaces existants se révèlent insuffisants sur trois points : la gestion des ressources, la collaboration et la communication asynchrone.

3.1 Gestion des ressources

La plupart des mediaspaces ressemblent encore aux premiers travaux du Xerox PARC. Ce conformisme s'applique aussi bien aux moyens audiovisuels utilisés qu'aux services proposés.

Que peut-on faire de mieux ? Plusieurs travaux nous montrent la voie : il faut diversifier les utilisations des moyens existants, ou en trouver de nouveaux.

3.1.1 Diversifier les utilisations



Figure 5 : Éléments typiques d'un nœud de mediaspace

La Figure 5, tirée de [Gaver, 1992], est toujours d'actualité. L'utilisation des moyens audiovisuels se limite trop souvent à une caméra, un écran, un micro et des haut-parleurs.

Pourtant, l'utilisation de plusieurs points de vue permet une utilisation plus souple et plus proche de la réalité. Ainsi, certains bureaux de l'Université de Toronto sont équipés de deux ensembles {caméra, écran}, l'un correspondant à une personne sur le pas de la porte, l'autre à une personne assise face au bureau. Les connexions utilisent alors l'ensemble le plus approprié à l'intention : Glance au niveau de la porte, Connect au niveau du bureau.

L'utilisation d'un seul écran a également conditionné le développement des services : les systèmes permettant de communiquer simultanément avec plusieurs personnes sont rares. Ils nécessitent la plupart du temps un matériel vidéo spécial pour pouvoir obtenir une mosaïque d'images et sont basés sur plusieurs connexions deux à deux. Un mediaspace devrait être capable de supporter la communication à plusieurs, en adaptant l'utilisation des ressources au nombre de participants.

Un dernier aspect est resté quasi inexploré : pourquoi n'utiliser les caméras et les micros que pour la communication homme-homme ? Les moyens audiovisuels destinés à la communication homme-homme peuvent être utilisés par la machine : des détecteurs de présence pourraient être réalisés en repérant un mouvement sur une séquence d'images [Giachino, 1993] ou en analysant le niveau de bruit ambiant. On pourrait ainsi demander au système de nous prévenir automatiquement de l'arrivée de X, plutôt que de faire des Glances toutes les cinq minutes pour voir s'il est là.

3.1.2 Diversifier les ressources

Pourquoi se limiter à la vidéo et à l'audio ? Le lien entre une personne et le reste du groupe peut prendre diverses formes :

Plusieurs laboratoires (Olivetti Research Lab, Xerox PARC, et quelques universités) utilisent des badges actifs : ceux-ci peuvent communiquer avec des balises placées dans le bâtiment, ce qui permet de localiser leur propriétaire.

On peut alors envoyer un message à une personne, où qu'elle se trouve. On peut également obtenir du système des informations sur la personne, comme le numéro du téléphone le plus proche de celle-ci. Le badge assure donc bien une liaison permanente entre le groupe et l'individu. Cette liaison permanente peut être jugée gênante, mais des solutions simples peuvent être envisagées pour préserver la vie privée : les badges utilisés par l'Olivetti Research Lab sont photosensibles. Ils se mettent en veille lorsqu'ils sont placés dans l'obscurité. Une personne peut donc, si elle le désire, s'isoler du système en retournant son badge ou en le mettant dans sa poche [Hopper et al., 1993].

Si l'on considère le mediaspace comme l'Outil de Communication du groupe, au sens large, il n'y a aucune raison de se limiter au schéma classique : une personne

dans un bureau, avec une station, une caméra, un écran, ... Il faut un système modulaire prêt à supporter tout type de communication, par quel moyen que ce soit.

3.2 Collaboration

Nous l'avons plusieurs fois répété, le mediaspace sert de support à la communication du groupe. Bien souvent, cette communication porte sur une tâche à réaliser ou sur un objet partagé. Pour pouvoir réaliser cette tâche ou manipuler cet objet, on utilise des applications de type collectif (définies dans l'introduction de ce rapport).

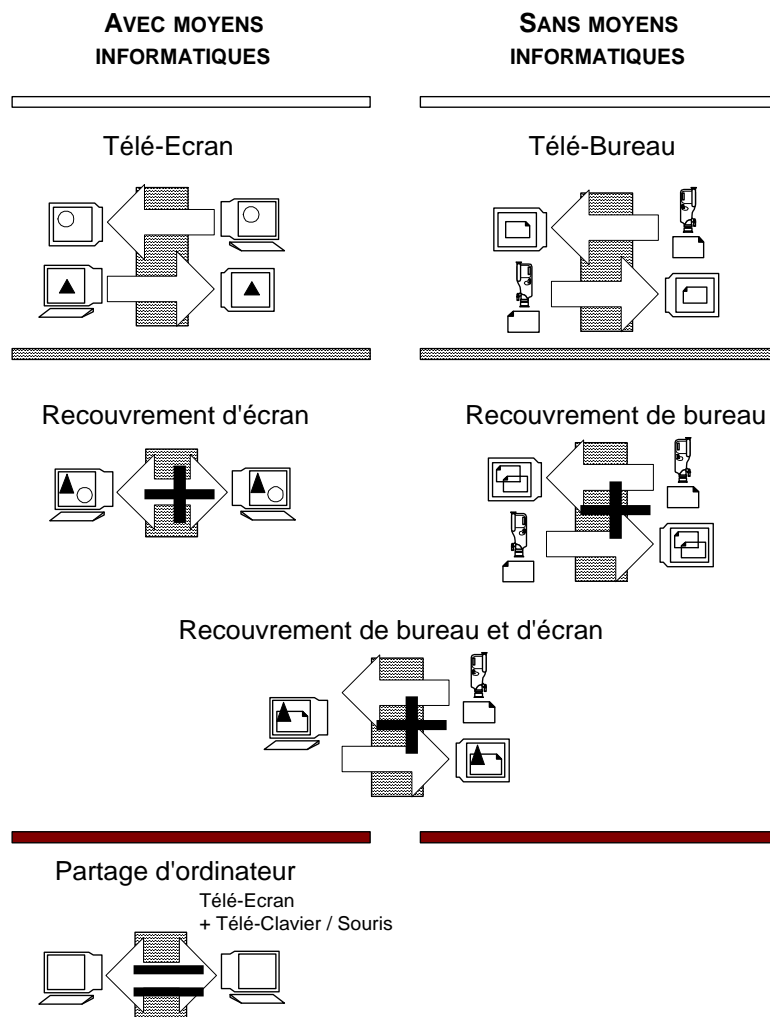


Figure 6 :Trois niveaux et six modes de collaboration

Les mediaspaces existants n'offrent pas assez de possibilités pour le travail coopératif, l'utilisation des moyens vidéo se limitant généralement à une vue des différentes personnes. TeamWorkStation [Ishii & Ohkubo, 1990] propose une approche différente, utilisant le recouvrement d'images pour offrir plusieurs modes de collaboration (Figure 6). Dans le même registre, [Gaver et al., 1993] montre l'impact positif de l'utilisation de plusieurs vues (donc, plusieurs caméras) sur le travail coopératif. Ces différentes combinaisons de moyens audiovisuels ne rentrent pas dans le stéréotype du mediaspace et sont restées inexploitées.

CAVECAT [Mantei et al., 1991] et Montage [Tang & Rua, 1994] offrent la possibilité de lancer des applications partagées. Mais celles-ci sont indépendantes du mediaspace : la connexion audio/vidéo et la session de l'application ne sont aucunement liées. On ne peut pas réellement parler d'intégration du collectif, mais plutôt d'une opportunité d'utilisation. Le mediaspace doit précéder les applications partagées et jouer le rôle d'intégrateur [Salber & Coutaz, 1993].

3.3 Communication asynchrone

La communication asynchrone n'a pratiquement pas été prise en compte dans les mediaspaces. Elle est pourtant indissociable de la communication synchrone : que se passe-t-il si je souhaite contacter X et qu'il n'est pas là où qu'il est occupé ? Si le stockage et la restitution de la vidéo présentent de nombreux problèmes, des images, du texte ou des messages audio peuvent être manipulés relativement facilement. La solution utilisée repose, comme pour le collectif, sur l'utilisation d'une application externe : je lui envoie un courrier électronique, et, lorsqu'il le lira, il essaiera à son tour de me contacter.

La communication asynchrone n'est pas intégrée dans les mediaspaces existants pour la raison suivante : les personnes n'apparaissent pas dans le modèle utilisé. Les connexions sont établies entre des ensembles de ressources. L'utilisateur n'intervient que parce qu'il est propriétaire de celles-ci. Lorsqu'il n'est pas là, il n'existe pas.

3.4 Comment aller plus loin ?

Jusqu'à présent, le mediaspace s'était démarqué des autres moyens de communication en jouant sur la diversité des lieux et la durée des connexions. Mais aujourd'hui, les possibilités offertes pour la communication asynchrone ou la collaboration semblent limitées par l'architecture logicielle utilisée :

- Conditionnés par les premiers développements, les systèmes existants sont trop rigides en ce qui concerne les ressources, leur utilisation, ou le nombre de participants à une connexion.

- Paradoxalement, ces systèmes n'incluent pas la notion de personne, de présence ou d'absence. En fait, ils se contentent de connecter des moyens audiovisuels que les utilisateurs s'approprient.

Il faut donc développer un nouveau modèle de communication prenant en compte les individus, et fondé sur l'interaction dynamique de multiples composantes pouvant jouer tour à tour le rôle de client ou de serveur.

Nouveau modèle de mediaspace

Nous venons de le voir, le mediaspace doit être basé sur un ensemble de composantes dynamiques. Ces composantes ne sont pas connues à l'avance, elles peuvent changer au cours du temps et sont hautement hétérogènes. Cette vision d'un mediaspace correspond à la description du problème typique que l'on peut traiter par un système d'agents.

Après avoir présenté le concept d'agent, nous verrons comment celui-ci peut être utilisé pour modéliser les membres du groupe et recréer les différents types de communication qu'ils utilisent. Nous terminerons ce chapitre par la description de Lascaux, le mediaspace du groupe Interaction Homme-Machine du LRI.

4.1 Agents

4.1.1 Définition du concept

Les premières définitions du concept d'agent étaient assez floues :

When given a goal, (an agent) could carry out the details of the appropriate computer operations and could ask for and receive advice, offered in human terms, when it was stuck. [Kay, 1984]

L'idée, bien qu'imprécise, est séduisante et touche des domaines divers de l'informatique (interface homme-machine, intelligence artificielle, ...). Conséquence directe de ce manque de définition formelle, le terme *agent* est aujourd'hui utilisé pour décrire des utilisations qui peuvent parfois sembler bien éloignées. Afin d'éviter les malentendus ou les abus, un effort collectif est en cours pour essayer de dégager des points communs aux différentes applications envisagées [Belgrave, 1995].

On peut ainsi définir quatre propriétés fondamentales d'un agent :

Persistance	Un agent n'est pas un programme. Il n'a pas de début ni de fin.
Autonomie	Un agent reçoit des requêtes de haut niveau, et est responsable du choix des moyens utilisés pour satisfaire ces requêtes.
Réactivité	Un agent est capable de percevoir son environnement et de réagir aux changements.
Capacité à communiquer	Un agent est capable de communiquer avec

d'autres entités (autres agents ou homme).

En plus de ces propriétés minimales, un agent peut avoir les caractéristiques suivantes :

Initiative	Un agent peut faire preuve d'initiative et ne pas se contenter de réagir à son environnement.
Mobilité	Un agent peut être capable de se déplacer (changer de site) en préservant son état. Ces agents mobiles se présentent comme une alternative au transfert de bases de données de gros volume.
Raisonnement	Ces agents sont dits 'intelligents' : ils utilisent une base de connaissance répartie pour faire du raisonnement basé sur les logiques modales [Wooldridge & Jennings, 1995].
Planification	Un agent peut être capable de prévoir des actions à effectuer pour résoudre la tâche qui l'occupe.
Apprentissage et Adaptation	Un agent peut accumuler des connaissances (acquérir de l'expérience) et ainsi modifier son comportement.

4.1.2 Des agents au mediaspace

Revenons sur le fonctionnement d'un système comme RAVE : Un système client/serveur permet d'effectuer à distance des branchements entre divers moyens audiovisuels. Afin de préserver la vie privée et de gérer les problèmes d'accès concurrentiel, on ajoute à ce système des mécanismes de contrôle et de notification.

Deux remarques s'imposent :

- Quel est le but recherché lorsqu'un client envoie une demande au serveur ? Ce que veut l'utilisateur, ce n'est pas brancher la caméra 3 sur l'écran 4, c'est pouvoir communiquer avec une autre personne. La requête envoyée au serveur n'est qu'un moyen pour y parvenir.
- Le contrôle et la notification sont tous les deux liés aux personnes, pas aux moyens audiovisuels. Pourquoi vouloir intégrer ceux-ci dans un serveur conçu pour gérer des ressources, et non des personnes ?

Pour que le mediaspace puisse supporter toutes les formes de communication entre individus, il faut qu'il soit basé sur la notion de personne, pas sur les outils utilisés pour leur permettre de communiquer.

4.2 Un système basé sur les personnes

Nous allons maintenant voir comment utiliser le concept d'agent que nous venons de définir, pour bâtir une nouvelle architecture logicielle basée sur les personnes, et non sur les ressources.

Nous définirons ainsi un premier type d'agent, associé aux utilisateurs, prenant en charge le contrôle, la notification, et la communication asynchrone. Nous verrons ensuite comment intégrer les services classiques et le collecticiel à ce nouveau modèle. Nous terminerons par la description de deux nouveaux services.

4.2.1 Agents personnels

A chaque utilisateur est associé un agent, défini par les quatre propriétés fondamentales (persistance, autonomie, réactivité et capacité à communiquer).

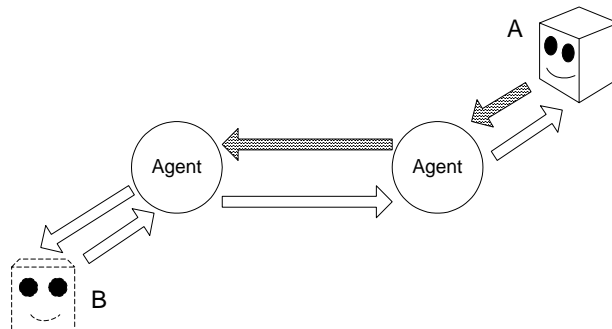


Figure 7 : Nouveau schéma de communication

La Figure 7 illustre les possibilités offertes par cette solution :

Lorsque A a besoin de communiquer avec B, il exprime son besoin à son agent, qui contacte alors l'agent de B et lui transmet le message.

Contrôle : L'agent de B a connaissance du contenu du message. Il peut 'décider' seul (en utilisant des règles strictes ou des techniques d'Intelligence Artificielle) de la suite des événements (fournir une réponse, exécuter une action, ...).

Notification : Si B est présent, son agent peut lui transmettre le message ou lui faire comprendre qu'il se passe quelque chose. Celui-ci peut alors à son tour décider d'une réponse à donner.

Communication asynchrone : Si B n'est pas là, son agent enregistre la demande puis donne une réponse par défaut ou indique que B est absent. Lorsque B revient, son agent lui indique ce qui s'est passé pendant son absence. B saura donc que A a essayé de le contacter.

Le rôle de l'agent varie selon que la personne est présente ou absente :

- Lorsque l'utilisateur est présent, l'agent sert de standardiste. On lui demande d'établir des liaisons avec d'autres personnes, il se charge d'utiliser au mieux les ressources disponibles et de trouver la personne en question. On peut également lui donner des consignes lui permettant de gérer les demandes des autres agents (contrôle et notification).
- Lorsque l'utilisateur n'est pas là, l'agent lui permet de rester en contact avec le reste du groupe. Il peut répondre à certaines requêtes, prendre des messages, etc.

La personne peut signaler explicitement sa présence à l'agent (avec un équivalent de bonjour / au revoir). Mais celui-ci peut également utiliser les caméras, micros et badges actifs pour percevoir ces changements d'état.

Voici quelques exemples qui illustrent le type de relations possibles entre l'utilisateur et l'agent ...

- [Dans 10 minutes | Demain | Mardi] fais <tâche à effectuer>
- Je m'en vais, si on veut me joindre, je serais chez moi : <coordonnées>
- Y a-t-il des messages pour moi ?
- Est-ce que Bob est là ?
- Préviens moi quand Bob sera là.
- Connecte moi avec Bob.

... ou entre l'agent et l'utilisateur.

- Pendant ton absence, tu as reçu 3 mails, <liste d'utilisateurs> ont essayé de te contacter par vidéo, et Bob a laissé ce message : <texte, images, ...>
- Quelqu'un te regarde !
- Regarde la télé, Bob veut te parler.
- Un certain Bill demande une connexion. Que dois-je faire ?

4.2.2 Services classiques

Les communications entre les différents membres du groupe se font par l'intermédiaire de services. Chaque service utilise une ou plusieurs connexions entre les ressources des participants.

Trois problèmes doivent donc être réglés :

1. Comment établir les connexions ?
2. Comment définir un modèle de communication qui permette de recréer les services typiques des mediaspaces (Glance, Connect, etc.) tout en assurant une souplesse maximale au niveau de l'utilisation des ressources et du nombre de participants ?
3. Comment mettre en oeuvre ce modèle de service et le présenter aux utilisateurs ?

Connexions

Les ressources utilisées peuvent être numériques ou analogiques. Dans les deux cas, il existe un problème de confidentialité lié au transport d'information : des paquets transitant sur un réseau informatique peuvent être facilement interceptés par un individu mal intentionné. De même, des dérivations peuvent être installées sur les câbles transportant l'audio ou la vidéo analogique. Ces problèmes et leurs solutions éventuelles (utilisation de la cryptographie ou autres) ne rentrent pas dans le cadre de notre sujet mais doivent être pris en compte si on envisage une utilisation de ce type de système autre que comme un sujet de recherche.

La transmission de données numériques présente une particularité : lorsque les données arrivent, le destinataire connaît l'expéditeur et peut ainsi les refuser. Lorsqu'on utilise un réseau audio/vidéo analogique contrôlé par un commutateur, on déclenche par des commandes la transmission d'images ou de son; mais aucun contrôle n'est possible à l'arrivée de ces données. Pour pouvoir envoyer la commande, il faut être sûr que l'expéditeur et le destinataire sont d'accord. La gestion des connexions ne peut donc pas être assurée par les agents eux-mêmes. Il faut une nouvelle entité indépendante et neutre : le serveur¹ de connexions.

L'utilisation d'un serveur de connexions indépendant des agents présente un avantage : ceux-ci sont uniquement chargés de la phase de négociation (demande, contrôle et notification, réponse). Les détails permettant d'établir la connexion de leurs ressources (identificateurs du type : caméra C32, écran E21, ...) ne sont transmis qu'au serveur de connexions et ne peuvent donc pas être réutilisés par un agent 'mal intentionné' pour établir d'autres connexions ultérieurement.

Modèle de communication

Pour obtenir une souplesse maximale d'utilisation, les services du mediaspace doivent pouvoir être modifiés par les agents, et non pas être figés : un agent doit pouvoir fixer la durée d'un Glance ou remplacer la ressource utilisée (caméra placée au niveau de la porte) par une autre (caméra face au bureau).

Il faut un modèle de communication capable de prendre en compte une utilisation individuelle (vidéo seule de A vers B) ou groupée (vidéo + audio de A vers B et de B vers A) des ressources. Ce modèle doit également répondre aux deux critères suivants :

¹L'autonomie et la réactivité de cette entité sont plutôt limitées, d'où l'utilisation du terme serveur et non pas agent.

1. Il doit pouvoir prendre en compte plusieurs participants et gérer au mieux les ressources que ceux-ci acceptent d'utiliser.
2. Il doit être capable de s'adapter au nombre de participants en créant ou en détruisant des connexions, permettant ainsi de passer d'une communication de 2 à 3 personnes ou plus et inversement.

Ces deux critères peuvent être illustrés par une métaphore mettant en scène des personnes dans une pièce :

1. Je suis dans une pièce. Mes yeux et mes oreilles sont mes ressources. Si d'autres personnes entrent dans la pièce, je les vois, et elles me voient. Si l'une d'entre elles veut bien parler et que je ne me bouche pas les oreilles, je l'entends.
2. Si cette personne sort, les 'connexions' qui existaient entre elle et le reste des personnes présentes sont rompues. Si elle revient, nous la voyons et pouvons l'entendre de nouveau.

Les ressources utilisables (les yeux, les oreilles) ainsi que le comportement (entrée et sortie) sont définis par les personnes. La pièce définit le type de communication possible entre celles-ci. Dans le monde réel, la communication est le plus souvent de type $n \rightarrow n$: je vois toutes les personnes présentes dans la pièce et elles me voient toutes.

Ce type de communication est peu courant dans le cadre du mediaspace : il y a rarement autant d'écrans que de participants. La séparation des ressources audio/vidéo et la possibilité d'établir des liaisons dans un seul sens (A voit B, mais B ne voit pas A) permettent de créer une pièce pour la communication de type $1 \rightarrow n$:

- Lorsqu'une personne/agent demande à entrer dans une pièce qui n'existe pas, celle-ci est créée.
- Quelle que soit la ressource, il n'y a qu'un seul émetteur dans la pièce. Les autres sont récepteurs. Une personne en état de récepteur peut demander à devenir l'émetteur.
- Lorsque tous les participants ont quitté la pièce, celle-ci est détruite.

A chaque type de communication correspond donc un type de pièce, qui peut être défini par les modalités d'utilisation des ressources en fonction du nombre de participants, accompagnées de propriétés intrinsèques (comment elle est créée, comment elle est détruite, ...).

Une définition plus précise du type de pièce que nous venons de donner en exemple devrait inclure des règles indiquant ce qui se passe lorsqu'une personne sort ou entre de la pièce, en traitant le cas particulier de la sortie de l'émetteur. On pourrait encore détailler en précisant que l'émetteur 'voit' celui qui était émetteur avant lui.

Mise en oeuvre

Les agents disposent de ressources. Après une phase de négociation, ils ‘décident’ de se retrouver dans une pièce. Celle-ci va déterminer comment les ressources qu’ils acceptent d’utiliser vont pouvoir être connectées.

Afin de mettre en oeuvre ce modèle et de respecter les contraintes de sécurité, on confie à un *agent de liaison* la gestion des pièces. Cet agent connaît les ressources des différentes personnes, et la pièce où elles se trouvent définit les connexions à établir. L’agent de liaison peut donc être une extension du serveur de connexions.

Les agents personnels communiquent avec l’agent de liaison par des messages du type :

- J’entre dans la pièce <identificateur> avec les ressources suivantes <liste de ressources>
- Remplace <ressource> par <ressource> dans la pièce <identificateur>
- Ajoute <ressource> dans la pièce <identificateur>
- Je sors de la pièce <identificateur >

Voyons sur un exemple comment fonctionne l’ensemble : A veut voir B

L’agent de A contacte l’agent de B :

Rendez-vous dans la pièce XYZ avec tes ressources de type :
video-in, video-out, audio-in, audio-out

L’agent de B reçoit le message. Il effectue un certain contrôle.

<On suppose que B est là et qu’il accepte la communication>

L’agent de B envoie son accord à l’agent de A.

Il envoie ensuite à l’agent de liaison :

J’entre dans la pièce XYZ avec les ressources suivantes
(video-in-22, video-out-23, audio-in-14, audio-out-15)

L’agent de A reçoit la réponse de l’agent de B et transmet lui aussi :

J’entre dans la pièce XYZ avec les ressources suivantes
(video-in-8, video-out-9, audio-in-6, audio-out-7)

<L’agent de liaison reçoit les messages des agents de A et B, il établit les connexions nécessaires. La communication est établie>

Lorsque A ou B veut couper la communication, il envoie le message :

Je sors de la pièce XYZ

Les services Mirror (miroir), Glance (coup d’oeil), Office Share (partage de bureau), Connect (communication à deux) et Conférence (communication à plusieurs) peuvent être réalisés de cette façon.

Si la métaphore des pièces est utile pour comprendre comment l'agent de liaison gère les connexions, elle n'est en rien obligatoire. XYZ est un identificateur comme un autre qui peut être interprété autrement :

<i>Entrer dans une pièce</i>	Début de connexion
<i>Changer une ressource</i>	Changement d'un paramètre de la connexion
<i>Sortir d'une pièce</i>	Fin de connexion

Plusieurs solutions peuvent être envisagées pour gérer les connexions, au niveau de l'agent personnel :

Une liste de connexions

Cette solution peut être intéressante lorsque les ressources sont disponibles en grandes quantités (utilisation de plusieurs fenêtres vidéo et mixage audio) pour permettre plusieurs connexions simultanées. La notion de pièce doit alors s'accompagner du don d'ubiquité.

Un classement par degré d'engagement

On distingue alors trois niveaux :

1. Interruption : Glance
2. Session 'de travail' : Connect / Conférence
3. Etat par défaut : Mirror / Window Camera / Office Share

On ne peut avoir qu'une connexion par niveau. Les connexions de niveau 1 (resp: de niveau 2) sont prioritaires sur celles de niveau 2 (resp: de niveau 3), ce qui fait qu'à tout moment, il n'y a qu'une seule connexion active.

Lorsque les agents communiquent entre eux pour négocier une connexion, ils procèdent par rendez-vous. Une communication à plusieurs est établie en utilisant un identificateur correspondant à une connexion en cours. Un agent peut ainsi accepter une connexion, la refuser, ou proposer un autre lieu. Ceci permet des rencontres imprévues ou des invitations :

A est avec B dans une pièce XYZ

C veut voir A A lui indique la pièce XYZ	OU	A invite C à les rejoindre dans la pièce XYZ
---	----	---

C entre dans la pièce XYZ et retrouve A et B

Dans les deux cas, les connexions établies à la fin du scénario dépendent de la pièce où les participants se sont retrouvés.

4.2.3 Intégration du collecticiel

L'établissement des connexions par l'agent de liaison comporte trois phases, qui correspondent au déroulement classique d'une application de type collectif :

Création de la pièce	↔	Ouverture de session
Gestion de l'entrée et de la sortie des agents	↔	Gestion de l'entrée et de la sortie des participants
Destruction de la pièce	↔	Fermeture de session

L'intégration du collectif au mediaspace passe par l'utilisation des informations dont dispose l'agent de liaison sur les pièces existantes et les agents qui s'y trouvent pour gérer l'ouverture et la fermeture des sessions et l'entrée et la sortie des participants :

Plusieurs personnes sont en discussion. L'une d'entre elles décide d'utiliser un éditeur partagé. Son agent indique à l'agent de liaison comment ouvrir une session et comment un agent peut devenir participant. L'agent de liaison ouvre la session et envoie à tous les agents présents dans la pièce les instructions pour y participer. Il note également ces instructions pour pouvoir les donner à tout nouvel agent entrant dans la pièce.

Le degré d'intégration d'une application partagée dépend des possibilités de communication entre celle-ci et les agents. Ces possibilités peuvent être classées en 3 niveaux :

1. Ouvrir une session et faire entrer un participant.
2. 1 + Faire sortir un participant et fermer une session.
3. 2 + Etre prévenu de la fin d'une session.

Le niveau 1 définit le minimum nécessaire pour permettre une intégration : L'éditeur est lancé par tout agent étant présent ou entrant dans la pièce. La fin de session est à la charge de l'utilisateur.

Le niveau 2 permet d'associer la fin de session de l'application à la sortie de la pièce : l'éditeur partagé est disponible tant que l'agent est dans la pièce. Lorsqu'il sort, il quitte également l'éditeur. Les mécanismes internes de gestion de session de l'application ne doivent pas être utilisés : si la session est fermée sans que l'agent de liaison en soit informé, celui-ci va continuer à la proposer aux agents entrant.

Le niveau 3 permet une intégration complète : l'éditeur partagé peut être ouvert, utilisé, puis fermé sans être obligé de sortir de la pièce.

4.2.4 Autres services

Deux exemples vont nous permettre de voir comment on peut créer de nouveaux services à partir des agents, que ce soit en en créant de nouveaux, ou en les faisant communiquer avec d'autres applications.

Magnétoscope

Il peut être intéressant d'enregistrer une discussion, ou de regarder un document vidéo à plusieurs. Il suffit de créer un nouvel agent, correspondant au magnétoscope. On peut alors l'inviter dans une pièce où il sera alors connecté aux différents participants. Si la pièce est du type émetteur unique, le magnétoscope peut enregistrer ce qui s'y passe, ou diffuser le document vidéo.

Passerelle WWW

Imaginons un groupe utilisant le système décrit jusqu'à présent. Les agents leur permettent de se voir, s'entendre, se laisser des messages, ... à l'intérieur du groupe.

Le développement du World Wide Web [Berners-Lee et al., 1994] et des 'Home Pages' a facilité la communication sur des activités à long et moyen terme : projets de recherche, conférences, hobbies, goûts personnels, ... Les agents personnels permettent de communiquer sur le court terme : je suis à mon bureau, je rédige mon rapport, je ne serai pas là demain. Ce type d'information peut être représenté par une image acquise grâce à une caméra, ou par du simple texte entré par l'utilisateur. Une passerelle entre les agents et le World Wide Web peut être créée pour intégrer cette communication à court terme dans une page HTML, ou permettre à une personne extérieure de communiquer avec l'agent d'un membre du groupe pour, par exemple, lui laisser un message.

4.3 Implémentation

Cette section décrit Lascaux, le mediaspace du groupe IHM du LRI : après avoir brièvement présenté la plate-forme matérielle et logicielle utilisée, nous présenterons les détails liés à l'implémentation du système de communication et des divers agents.

4.3.1 Plate-forme matérielle et logicielle

Côté matériel, Lascaux se compose de :

- 4 bureaux avec stations HP, Silicon Graphics ou Macintosh
- 4 caméras audio/vidéo et deux caméras vidéo numériques (Silicon Graphics)
- 4 moniteurs vidéo
- 3 tables de mixage audio
- une station Silicon Graphics (indy2) disposant d'entrées/sorties audio et vidéo
- 1 magnétoscope

- 1 commutateur 8 entrées/sorties audio et vidéo

La solution retenue pour l'implémentation est l'utilisation du langage interprété Tcl/Tk [Ousterhout, 1994] et de plusieurs extensions :

- incr-Tcl pour l'utilisation d'objets ;
- Tcl-DP pour la communication de bas niveau entre les agents ;
- ENO [Beaudouin-Lafon & Gaver, 1994] pour les notifications utilisant le son échantillonné ou synthétisés..

L'utilisation de Tcl/Tk présente plusieurs avantages : il est compilable sur la plupart des systèmes (HP, SUN, Silicon Graphics, Macintosh, ...) et il permet de réaliser rapidement et simplement des prototypes complets incluant interface et transport de messages dont les parties les plus complexes peuvent ensuite être écrites en C ou C++. Enfin, les applications peuvent être facilement configurées par les utilisateurs.

4.3.2 Système de communication

Le système de communication constitue la base de l'implémentation : tous les agents ou scripts vont l'utiliser. Nous présenterons dans cette sous-section le système implémenté, après avoir introduit les différentes notions sur lesquelles il repose, issues des travaux sur le langage KQML.

ARPA KSE et le langage KQML

Le consortium ARPA Knowledge Sharing Effort a été créé pour développer des conventions d'échange et de réutilisation des bases de connaissances (voilà nos agents 'intelligents' de tout à l'heure). Plusieurs groupes de travail ont été constitués, dont le External Interfaces Group qui est chargé d'étudier les interactions entre les bases de connaissances et d'autres modules [Finin et al., 1994]. Ce groupe a défini deux langages :

- Knowledge Interchange Format (KIF) : ce langage est utilisé pour représenter des connaissances (sorte de logique du premier ordre en pseudo-Lisp)
- Knowledge Query and Manipulation Language (KQML) : ce langage est utilisé pour décrire les messages et la communication entre agents.

Nous ne nous intéressons pas à la représentation des connaissances. Par contre, KQML propose une solution pour résoudre les problèmes suivants, existentiels pour un agent : A qui parler ? Où les trouver ? Comment échanger des informations ?

Le langage est structuré en trois couches :

Communication	Envoyeur, destinataire, et identificateur unique sont utilisés pour pouvoir délivrer le message.
Message	Permet de décrire le type de communication attendu à l'aide de performatifs : evaluate, ask-if, reply, sorry, ...

Content Le contenu du message, dans un langage quelconque (KIF ou autre)

Chaque agent dispose d'un *Router*, un module qui lui permet d'envoyer et de recevoir des messages (le type de transport utilisé dépend de l'implémentation).

Il existe des agents spéciaux : les *Facilitator* (courtiers). Ceux-ci offrent des services simplifiant la communication, dont :

- Name server : Equivalent de l'annuaire classique
- Service server : Equivalent des pages jaunes
- Multi Casting : Envoi d'un même message à plusieurs destinataires

Le système implémenté

Le système de communication de Lascaux utilise les notions de *Router* et de *Facilitator* définies par KQML.

Router

Les *Router* permettent la communication de messages entre des applications. Dans l'implémentation actuelle, ces messages sont des chaînes de caractères (en Tcl, les données et le code sont des chaînes). La communication se fait par échange de paquets. Chaque paquet reçu contient le message échangé entre les deux applications, ainsi que trois autres informations ajoutées par le *Router* de l'expéditeur (Figure 8) :

- L'adresse de l'expéditeur (Adresse de A) ;
- Une référence distante (RefA) , éventuellement nulle, à rappeler en cas de réponse ;
- Une référence locale (RefB), éventuellement nulle, à laquelle se rapporte le message.

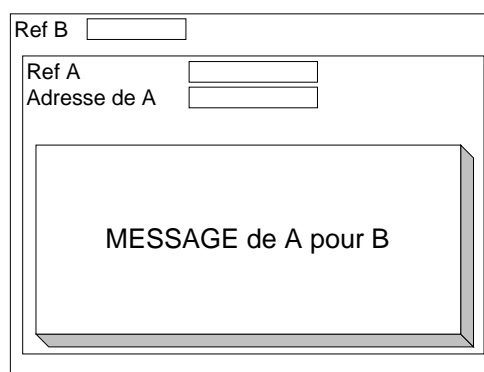


Figure 8 : Structure d'un paquet envoyé par A à B

Les valeurs de RefA et RefB permettent à l'application recevant le paquet de déterminer la nature du message :

RefA = <nulle> et RefB = <nulle>	Le contenu est un nouveau message, qui ne nécessite pas de réponse. C'est une affirmation .
RefA ≠ <nulle> et RefB = <nulle>	Le contenu est un nouveau message, qui nécessite une réponse. C'est une question .
RefA = <nulle> et RefB ≠ <nulle>	Le contenu est la réponse au message RefB et ne nécessite pas lui-même de réponse. C'est une simple réponse .
RefA ≠ <nulle> et RefB ≠ <nulle>	Le contenu est la réponse au message RefB et nécessite lui-même une réponse. C'est une demande de précision .

Lorsqu'une application veut poser une question, le *Router* offre deux possibilités :

Synchrone	Le <i>Router</i> attend la réponse : il stocke tous les messages reçus entre temps pour les traiter ultérieurement (un délai d'attente maximum peut être fixé). Lorsqu'il a la réponse ou que le délai d'attente est passé, il prévient l'application.
Asynchrone	En plus du message, l'application donne un bloc de commandes à exécuter quand la réponse arrivera. Il n'est donc pas obligé d'attendre la réponse.

Le *Router* implémenté fait partie de l'application. Ce n'est pas un processus indépendant. Il est capable d'utiliser plusieurs protocoles pour communiquer. L'adressage des messages se fait par l'utilisation d'URLs (Uniform Resource Locator, [Berners-Lee et al., 1994]). Deux protocoles ont été implémentés : le transport par paquets UDP (émission et réception) ainsi que l'envoi de courrier électronique. TCP ou HTTP pourront être ajoutés ultérieurement. Ces différents protocoles correspondent à des utilisations différentes : communication locale (UDP), communication avec un réseau éloigné (TCP, HTTP) ou à travers un firewall (courrier électronique).

L'implémentation actuelle ne permet pas de définir une limite de temps au-delà de laquelle une question asynchrone serait considérée comme sans réponse. Ce type de communication doit donc être utilisée avec prudence.

Facilitator

Les *Router* permettent à des applications de communiquer. Les agents sont des applications qui peuvent être mobiles. Cette mobilité pose des problèmes de localisation qui peuvent être résolus par l'utilisation d'un serveur de noms.

Un *Facilitator* a été implémenté. Il offre deux types de services :

1. Ajout ou suppression d'URLs à un agent.
2. Interrogation à partir d'un nom d'agent pour obtenir une liste d'URL.

Pour que les agents n'aient pas à interroger le *Facilitator* à chaque fois qu'ils veulent envoyer un message, un système de cache a été ajouté aux *Router*. A chaque adresse (liste d'URL) obtenue par le *Facilitator* est associée une durée de vie : l'adresse peut être utilisée plusieurs fois avant d'être 'oubliée', obligeant le *Router* à la redemander. Lorsqu'un agent demande la suppression d'une URL au *Facilitator*, celui-ci indique alors aux *Router* des autres agents qu'ils doivent enlever l'ancienne adresse de leur cache. L'utilisation de l'adresse de retour présente dans les paquets échangés par les *Router* peut dans ce cas poser un problème. Ce problème n'est pas résolu dans l'implémentation actuelle.

Le scénario classique d'un échange question/réponse asynchrone entre deux agents utilisant le *Facilitator* est le suivant :

- L'agent B déclare, par l'intermédiaire de son *Router*, les URLs {udp://hp9.lri.fr:8805, mailto:roussel@lri.fr} au *Facilitator*.

Plus tard :

- L'agent A veut envoyer une question à B. Il passe à son *Router* le message et le nom de B.
- Le *Router* demande au *Facilitator* les URLs associées au nom de B. Il va utiliser la première URL qu'il reconnaît.

On suppose que l'agent A sait utiliser le transport UDP.

- Le *Router* de A ajoute au message l'adresse (une URL) et la référence que B devra utiliser pour répondre. Comme il s'agit d'un premier message, il n'y a pas de référence à rappeler. Le *Router* de A envoie donc un paquet (RefB = <nulle>, RefA = Question-pour-B, Retour = udp://indy2.lri.fr:7342, Message = <le message>) à l'adresse udp://hp9.lri.fr:8805.
- Le *Router* de B reçoit le paquet. Il regarde la référence locale (RefB) et la référence distante pour connaître le type du message : c'est une **question**. Il passe donc à B le message ainsi que l'adresse et la référence à utiliser pour répondre (udp://indy2.lri.fr:7342 et Question-pour-B).

Pendant que B traite le message, A n'attend pas, il peut faire autre chose.

- B veut envoyer sa réponse. Il passe le message à son *Router* en précisant qu'il s'agit d'une **réponse** à la question Question-pour-B qu'il faut envoyer à l'adresse `udp://indy2.lri.fr:7342`.
- Le *Router* de B crée un paquet (RefA = Question-pour-B, RefB = <nulle>, Retour = `udp://hp9.lri.fr:8805`, Message = <la réponse>) et l'envoie à l'adresse `udp://indy2.lri.fr:7342`.
- Le *Router* de A reçoit le paquet. Il exécute alors le bloc associé à la référence Question-pour-B en lui passant comme argument le message, la référence et l'adresse données par le *Router* de B (<la réponse>, <nulle> et `udp://hp9.lri.fr:8805`).

On peut remarquer que toute application disposant d'un *Router* peut utiliser les services du *Facilitator* pour localiser les agents et communiquer avec eux sans qu'elle ait besoin de s'enregistrer (dans notre exemple, A n'avait pas déclaré d'URL au *Facilitator*). Cette facilité permet de créer des scripts sans notion de persistance ou de réactivité mais capables de communiquer avec les agents.

4.3.3 Agents et services

Agent de liaison

Un agent de liaison incluant un serveur de connexions a été écrit. Il pilote le commutateur du réseau audio/vidéo et gère les pièces nécessaires pour les communications entre utilisateurs. Il est également chargé des captures pouvant être réalisées sur la demande des agents disposant d'une caméra.

L'agent de liaison distingue deux natures de ressources : les entrées et les sorties. Une ressource a également un type (audio ou vidéo). On a donc quatre classes de ressources : audio-in, video-in, audio-out et video-out. Deux ressources peuvent être connectées si elles sont de nature différente, mais de même type. Une connexion entre deux ressources incompatibles est sans effet.

L'agent de liaison manipule deux autres types d'objets : les participants (objets internes associés aux agents personnels) et les pièces. Un unique type de pièce a été implémenté, qui a déjà été en partie décrit :

- Lorsqu'une personne/agent demande à entrer dans une pièce qui n'existe pas, celle-ci est créée.
- Quelle que soit la ressource, il n'y a qu'un seul émetteur dans la pièce (celui qui parle). Les autres sont récepteurs. Une personne en état de récepteur peut demander à devenir l'émetteur (prendre la parole).
- Quand celui qui parle veut sortir de la pièce, la personne qui parlait avant lui prend la parole.
- Celui qui parle voit toujours la dernière personne ayant parlé avant lui encore présente.

- Lorsque tous les participants ont quitté la pièce, celle-ci est détruite.

Les messages suivants peuvent être envoyés par les agents personnels :

Grab ressource file zoom gamma

L'agent demande une capture de la ressource <ressource> (supposée video-out) avec le facteur de zoom <zoom> et la correction gamma <gamma>. L'image sera enregistrée dans le fichier <file> (Tel ne permet pas le transfert de données binaires). Un acquittement (OK) est envoyé lorsque la capture est terminée.

Hello location

<location> est un identificateur correspondant au bureau où se trouve l'utilisateur de l'agent personnel.

L'agent de liaison renvoie une liste de couples {type, identificateur de ressource} : {{AUDIO-IN b4_ai} {AUDIO-OUT b4_ao} {VIDEO-IN b4_vi} {VIDEO-OUT b4_vo}}

Enter room ins outs mirror

L'agent demande d'entrer dans la pièce <room>. Si cette pièce n'existe pas, elle est créée. <ins> et <outs> sont les ressource (entrées et sorties) que l'agent souhaite utiliser. <mirror> indique si l'utilisateur veut pouvoir connecter ses ressources entrées avec ses ressources sorties.

Un couple {identificateur de pièce, identificateur de participant} est renvoyé. L'identificateur de pièce sera utilisé par l'agent personnel pour amener d'autres agents, et l'identificateur de participant sera utilisé pour 'agir' dans la pièce (sortir, écouter ou parler).

Change id old-res new-res

Permet à un agent de changer une des ressources qu'il utilise. <id> est un identificateur de participant. Les ressources <old-res> et <new-res> doivent bien entendu être de même nature et de même type.

Speak id

L'agent demande de prendre la parole lors d'une Conférence. <id> est son identificateur de participant.

Leave id

L'agent demande à sortir de la pièce. <id> est son identificateur de participant. L'agent de liaison renvoie un acquittement (OK)

Attach room open enter

L'agent demande d'attacher à la pièce <room> une application partagée. <open> indique comment ouvrir la session, et <enter> est le message à envoyer aux agents dans la pièce ou à venir. Aucun mécanisme permettant d'être prévenu de la fermeture d'une session n'a été implémenté pour le moment.

Agent personnel

L'agent personnel est réalisé en combinant deux applications. La première tourne en permanence. Elle assure la communication asynchrone avec le groupe (lorsque l'utilisateur est absent) : elle peut fournir des réponses par défaut aux différentes

demandes qu'elle reçoit. La deuxième, lancée par l'utilisateur, se superpose à la première en enregistrant de nouvelles URLs sous le même nom auprès du *Facilitator*. Elle offre alors une interface pour les différents services de communication synchrone (Glance, Connect - et donc Office Share - et Conférence). C'est elle qui définit le contrôle et la notification.

Lorsque la partie interface de l'agent personnel est exécutée, elle indique sa position (valeur par défaut, ou spécifiée l'utilisateur) et l'agent de liaison lui renvoie une liste des diverses ressources à sa disposition. Cette interface permet de gérer une communication active (qui correspond à Connect, Office Share et Conférence) et des communications de courte durée (Glance).

L'interface comprend les messages suivants :

Quick room

Envoyé par un autre agent personnel pour un service de type Glance. <room> est l'identificateur de la pièce où les agents doivent se retrouver. S'il n'y a pas de communication active, l'agent utilise les ressources audio et vidéo à sa disposition pour pouvoir également voir et entendre la personne qui demande le Glance. S'il existe une communication active, il se contente d'utiliser sa ressource video-out.

Long room

Envoyé par un autre agent personnel pour une communication audio et vidéo de durée indéterminée. <room> est un identificateur de pièce proposé par l'autre agent. S'il existe une communication active, l'agent accepte, en indiquant la pièce où il se trouve pour que l'autre puisse le rejoindre.

Dans les deux cas, l'agent renvoie un couple indiquant si la communication est acceptée, et, si oui, dans quelle pièce elle aura lieu. Si la communication est acceptée, l'agent qui avait envoyé le message se rend dans la pièce indiquée avec les ressources audio et vidéo (entrées et sorties) dont il dispose.

HTML_Info

Ce message est envoyé par un script pour demander à l'agent de renvoyer un bloc de texte HTML. L'interface peut notamment inclure dans ce texte la référence d'une image capturée à partir d'une ressource video-out. On crée ainsi un Awareness Server qui peut être utilisé depuis n'importe quel poste de travail ayant accès au World Wide Web (Figure 9).

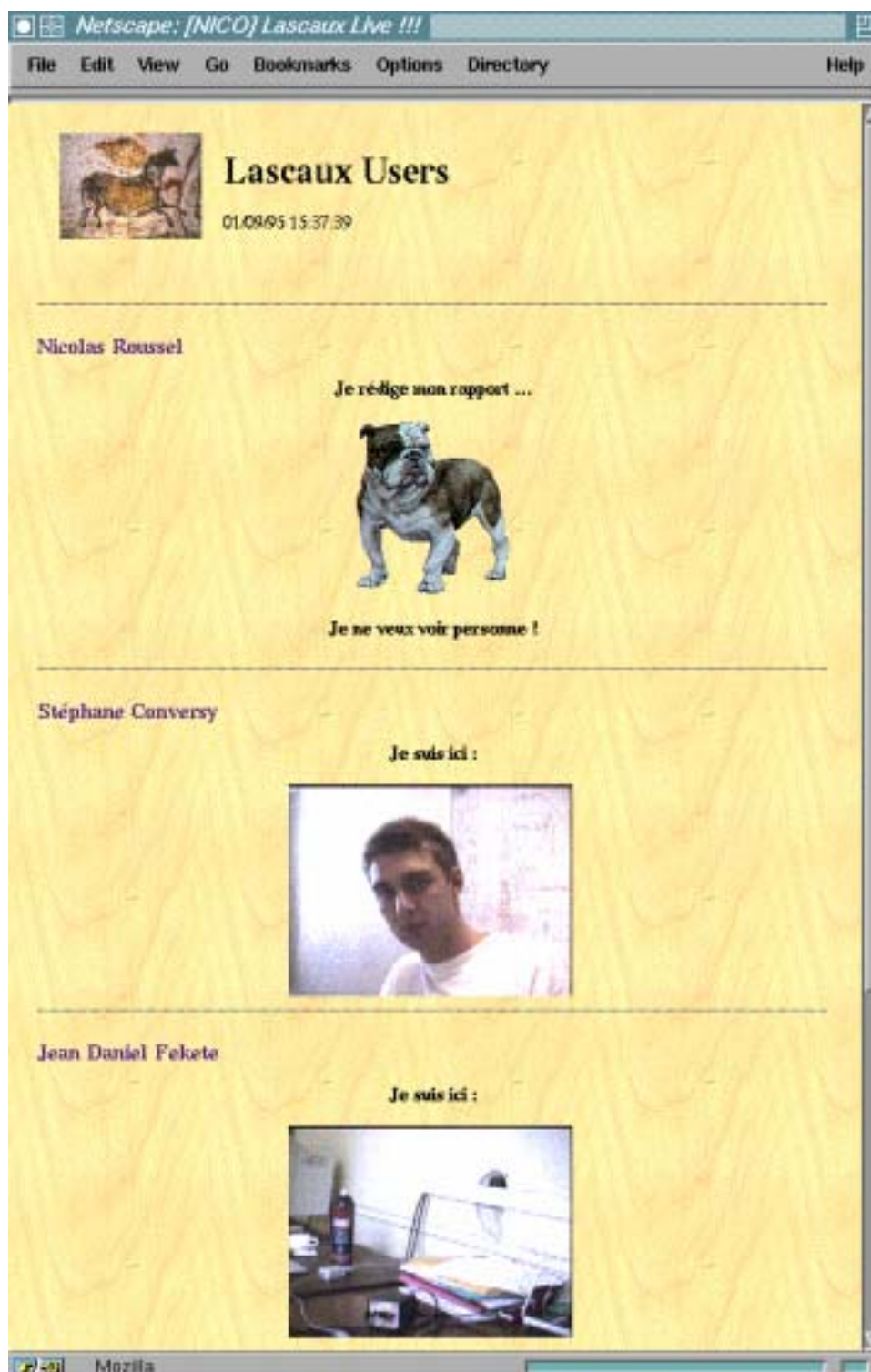


Figure 9 : Passerelle WWW

La partie asynchrone de l'agent répond aux mêmes messages que la partie interface. Elle peut envoyer un bloc HTML différent de celui de l'interface, mais ne disposant pas de ressources, elle refuse les connexions. L'enregistrement des demandes lorsque l'utilisateur est absent pour un traitement ultérieur n'est pas encore implémenté mais ne présente pas de difficulté majeure.

Un mécanisme de contrôle très simple a été implémenté : une clef permet de 'fermer sa porte'. Toute demande **Long** est alors refusée. S'il existe une communication active, cela revient à fermer la porte de la pièce (attention cependant : la pièce a autant de portes qu'il y a de participants !). A chaque réception de message (demande de service ou arrivée de la réponse) est associée une notification sonore. La partie interface permet d'attacher deux applications partagées à la communication active : un outil de dessin (Shared Board) et une boîte de dialogue textuel (Chat Box). Un utilisateur/agent ne disposant pas de ressources audiovisuelles peut toujours demander une communication avec les autres. Il pourra entrer dans la pièce, mais aucune connexion ne sera établie. Les applications partagées lui permettent cependant de communiquer par du texte ou des schémas.

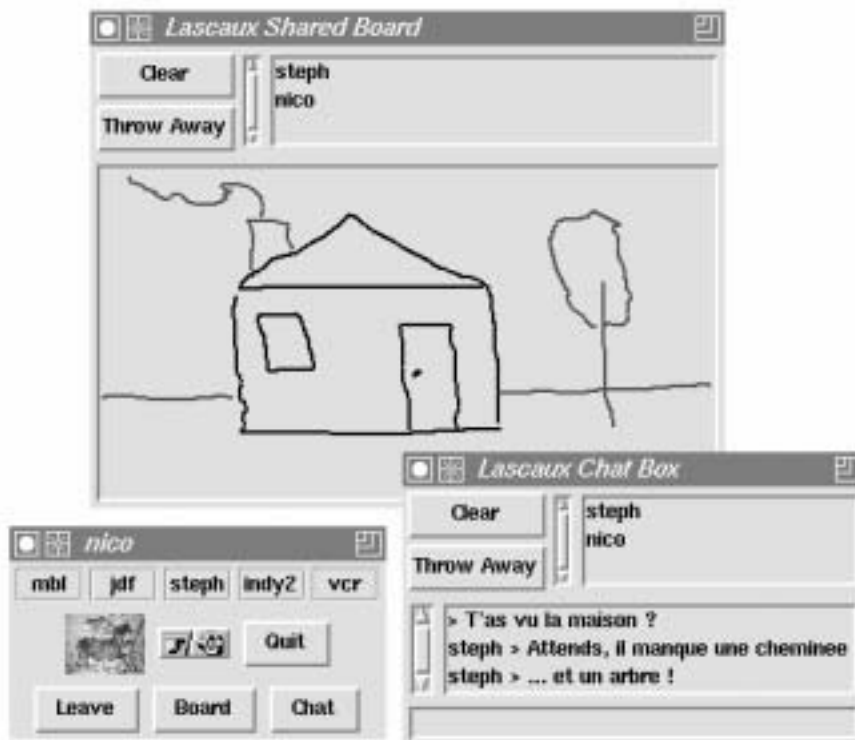


Figure 10 : Interface de l'agent utilisateur

La Figure 10 montre l'interface de l'agent personnel (en bas à gauche) et les deux applications partagées.

Les cases (mbl, jdf, steph, indy2, vcr) symbolisent les agents que nico a l'habitude de contacter. Un clic avec le bouton gauche demande une communication type Glance, tandis qu'un clic avec le bouton du milieu correspond à une communication de durée indéterminée. Lors d'une communication à plusieurs, l'utilisateur peut demander la parole en appuyant sur une touche quelconque du clavier. La peinture de Lascaux est utilisée de la même manière pour obtenir des connexions miroir (pour contrôler le fonctionnement des dispositifs, ou servir de communication par défaut). La clef sert, comme on l'a vu, à fermer la porte. 'Quit' permet de fermer cette application, laissant seule la partie asynchrone. 'Leave' permet de sortir de la pièce correspondant à la communication active. 'Board' et 'Chat' sont utilisés pour lancer les applications partagées et les attacher à la pièce.

Le dessin figurant sur le Shared Board a été réalisé par deux personnes. La maison a été dessinée par nico, tandis que la cheminée, l'arbre et l'horizon sont l'oeuvre de steph.

Conclusion

Cette étude des mediaspaces a permis de mettre en évidence certaines limites du modèle existant, dues à une vision trop rigide et axée sur les aspects techniques du système. La solution proposée, fondée sur l'interaction de composantes dynamiques associées aux individus présente plusieurs avantages :

- Elle permet de recréer les services des mediaspaces existants en les traduisants en terme d'utilisation de ressources et de comportement de personnes ;
- Elle permet d'intégrer le support de la communication asynchrone aux autres services ;
- Elle peut servir de base au développement d'applications de type collectif, qui disposent alors de mécanismes souples pour gérer les différents modes de collaboration assistée par des moyens audiovisuels ;
- Elle permet d'envisager des extensions du mediaspace (utilisation de badges actifs, détecteurs de présence, etc.) ou d'autres systèmes (passerelle WWW).

Comment se positionne ce nouveau modèle de mediaspace par rapport à la présence physique ? L'évaluation d'un tel système pose de nombreux problèmes : le choix du groupe à étudier, des critères à prendre en compte et de la durée de l'expérience est loin d'être évident.

Organiser un travail de groupe autour d'une table réelle n'est pas chose simple. L'utilisation combinée du mediaspace et du collectif permet de structurer les interactions par l'utilisation de l'informatique, tout en conservant la spontanéité grâce aux moyens audiovisuels. Va-t-on se contenter de reproduire la présence physique sans essayer de l'enrichir [Hollan & Stornetta, 1992] ? L'usage constaté du mediaspace montre que l'on peut aller au-delà, en l'intégrant à l'environnement réel de telle sorte qu'il puisse non seulement remplacer la présence physique, mais également l'augmenter lorsque celle-ci est possible.

Références

Bibliographie

- [Beaudouin-Lafon, 1994] M. Beaudouin-Lafon. Beyond the Workstation, media spaces and augmented reality. In *People and Computers IX*, pages 9-18. Cambridge University Press, August 1994. Opening plenary session at HCI'94 (Glasgow, UK).
- [Beaudouin-Lafon & Gaver, 1994] M. Beaudouin-Lafon and W. Gaver. Synthesizing Structured Sound Spaces. In *Proceedings of ACM UIST'94 Symposium on User Interface Software and Technology*, pages 49-58. ACM, New York, November 1994.
- [Belgrave, 1995] M. Belgrave. The Unified Agent Architecture : A White Paper. Internet Working draft. Disponible sur le WWW : http://www.ee.mcgill.ca/~belmarc/agent_root.html
- [Berners-Lee et al., 1994] T. Berners-Lee, R. Cailliau, A. Luotonen, H. Frystyk Nielsen and A. Secret. The World Wide Web. In *Communications of the ACM*, 37(8), pages 76-82, August 1994.
- [Bly et al., 1993] S.A. Bly, S.R. Harrison and S. Irwin. Mediaspaces: Bringing people together in a video, audio and computing environment. In *Communications of the ACM*, 36(1), pages 28-47, January 1993.
- [Buxton & Moran, 1990] W. Buxton and T. Moran. EuroPARC's Integrated Interactive Intermedia Facility (IIIF): Early Experiences. In S.Gibbs and A.A. Verrijn-Stuart, editors, *Multi-User Interfaces and Applications*, pages 11-34. North-Holland, September 1990. *Proceedings of IFIP WG8.4 Conference*, Heraklion, Greece.
- [Cool et al., 1992] C. Cool, R.S. Fish, R.E. Kraut and C.M. Lowery. Iterative Design of Video Communication Systems. In *Proceedings of ACM CSCW'92 Conference on Computer-Supported Cooperative Work*, Toronto, Ontario, pages 25-32. ACM, New York, November 1992.
- [Dourish, 1991] P. Dourish. Godard: A Flexible Architecture for A/V Services in a Media Space. Technical Report EPC-91-134, EuroPARC, Cambridge, 1991.

- [Dourish & Bly, 1992] P. Dourish and S. Bly. Portholes: Supporting Awareness in a Distributed Work Group In *Proceedings of ACM CHI'92 Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 541-547. ACM, New York, 1992.
- [Dourish et al., 1994] P. Dourish, A. Adler, V. Bellotti and H. Henderson. Your Place or Mine ? Learning from Long-Term Use of Video Communication. Technical Report EPC-94-105, EuroPARC, Cambridge, 1994.
- [Ellis et al., 1991] C.A. Ellis, S.J. Gibbs and G.L. Rein. Groupware: some issues and experiences. In *Communications of the ACM*, 34(1), January 1991, pages 38-58.
- [Fish et al., 1992] R.S. Fish, R.E. Kraut, R.W. Root and R.E. Rice. Evaluating Video as a Technology for Informal Communication. In *Proceedings of ACM CHI'92 Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 37-48. ACM, New York, 1992.
- [Finin et al., 1994] T. Finin, D. McKay, R. Fritzson and R. McEntire. KQML: An Information and Knowledge Exchange Protocol. In K. Fuchi and T. Yokoi, editors, *Knowledge Building and Knowledge Sharing*, Ohmsha and IOS Press, 1994. Disponible sur le WWW : <http://www.cs.umbc.edu/kqml/papers/>
- [Galloway & Rabinowitz, 1980] K. Galloway and S. Rabinowitz. Hole-in-Space. Mobile image videotape, 1980.
- [Gaver, 1992] W. Gaver. The Affordances of Media Spaces for Collaboration. In *Proceedings of ACM CSCW'92 Conference on Computer-Supported Cooperative Work*, Toronto, Ontario, pages 17-24. ACM, New York, November 1992.
- [Gaver et al., 1992] W. Gaver, T. Moran, A. MacLean, L. Lövstrand, P. Dourish, K. Carter and W. Buxton. Realizing a Video Environment: EuroPARC's RAVE System. In *Proceedings of ACM CHI'92 Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 27-35. ACM, New York, 1992.
- [Gaver et al., 1993] W. Gaver, A. Sellen, C. Heath and P. Luff. One is not enough: Multiple views in a Media Space. In *Proceedings of ACM CHI'93 Conference on Human Factors in Computing Systems*, Amsterdam, pages 335-341. ACM, New York, April 1993.
- [Gaver et al., 1995] W. Gaver, G. Smets and K. Overbeeke. A Virtual Window on Media Space. In *Proceedings of ACM CHI'95 Conference on*

- Human Factors in Computing Systems*, pages 257-264. ACM, New York, May 1995.
- [Gajewska et al., 1994] H. Gajewska, J. Kistler, M.S. Manasse and D.D. Redell. Argo: A System for Distributed Collaboration. In *Proceedings of Multimedia 94*, pages 433-440. ACM, New York, October 1994.
- [Giachino, 1993] L. Giachino. Activity sensing through Portholes images: A bridge between passive awareness and active awareness. Ontario Telepresence Project Technical Report, 1993.
- [Hollan & Stornetta, 1992] J. Hollan and S. Stornetta. Beyond being there. In *Proceedings of ACM CHI'92 Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 119-125. ACM, New York, 1992.
- [Hopper et al., 1993] A. Hopper, A. Harter and T. Blackie. The Active Badge System. In *Proceedings of ACM INTERCHI'93 Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 335-341. ACM, New York, 1993.
- [Ishii & Ohkubo, 1990] H. Ishii and M. Ohkubo. Design of TeamWorkstation: A Realtime Shared Workspace fusing Desktops and Computer Screens. In S.Gibbs and A.A. Verrijn-Stuart, editors, *Multi-User Interfaces and Applications*, pages 131-142. North-Holland, September 1990. *Proceedings of IFIP WG8.4 Conference*, Heraklion, Greece
- [Kay, 1984] A. Kay. Computer Software. In *Scientific American* 251(3) pages 191-207, 1984.
- [Lövstrand, 1991] L. Lövstrand. Being Selectively Aware with the Khronika System. In *Proceedings of ACM CSCW'91 Conference on Computer-Supported Cooperative Work*, pages 265-277. ACM, New York, 1991.
- [Mantei et al., 1991] M.M. Mantei, R.M. Baecker, A.J. Sellen, W.A.S. Buxton and T. Milligan. Experiences in the Use of a Media Space. In *Proceedings of ACM CHI'91 Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 203-208. ACM, New York, 1991.
- [Moore & Schuyler, 1994] G. Moore and K. Schuyler. Videoconferencing 1990s Style: Sharing Faces, Places and Spaces. Ontario Telepresence Project Technical Report, 1994.
- [Ousterhout, 1994] J.K. Ousterhout. Tcl and the Tk toolkit. Addison Wesley Publishing Company, 1994.

- [Rabier, 1990] J-C. Rabier *Initiation à la Sociologie*. Seconde édition, pages 214-225. Editions Européennes ERASME, Nanterre 1990.
- [Salber & Coutaz, 1993] D. Salber and J. Coutaz. Groupe + Video + Audio + Informatique = Mediaspace. Etat de l'art et revue de problèmes. In *Rapport de l'atelier Collecticiel des journées IHM'93*, Lyon, pages 67-72, 1993.
- [Tang & Isaacs, 1993] J.C. Tang and E.A. Isaacs. Why Do Users Like Video ? Studies of Multimedia-Supported Collaboration. In *Computer Supported Cooperative Work: An International Journal*, pages 163-196. Vol. 1, Issue 3, 1993.
- [Tang & Rua, 1994] J.C. Tang and M. Rua. Montage: Providing Teleproximity for Distributed Groups. In *Proceedings of ACM CHI'94 Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 37-43. ACM, New York, April 1994.
- [Weil-Barais et al., 1993] A. Weil-Barais, D. Dubois, P. Lecocq, J.L. Pardinielli and A. Streri. *L'homme cognitif*, pages 197-212. Presses Universitaires de France, Paris 1993.
- [Wooldridge & Jennings, 1995] M. Wooldridge and N. R. Jennings. Intelligent agents : theory and practice. In *Knowledge Engineering Review*, 10.

Pointeurs WWW

Cette section, sans doute inhabituelle, propose quelques pointeurs vers des pages permettant d'en apprendre plus sur les thèmes abordés ou les auteurs de certains des articles cités.

Serveurs du Laboratoire de Recherche en Informatique

<http://www.lri.fr/>

Serveur du LRI

<http://www-ihm.lri.fr/>

Serveur du groupe IHM

Mediaspace

<http://www.parc.xerox.com/RXRC/Cambridge/home.html>

Xerox EuroPARC

<http://www.dgp.toronto.edu/tp/tphp.html>

Ontario Telepresence Project

<http://www.research.digital.com/SRC/argo/home.html>

DEC Argo

<http://www.cc.gatech.edu/gvu/multimedia/Multimedia.html>

GVU Center Multimedia Research

Badges actifs et Ubiquitous computing

<http://www.cam.orl.co.uk/ab.html>

Olivetti Active Badge System

<http://www.ubiquitous.com/hypertext/weiser/weiser.html>

Mark Weiser, Ubiquitous Computing

Agents

agents@sunlabs.eng.sun.com

Software Agents Mailing List

<http://www.cs.umbc.edu/agents/>

Intelligent Agents

<http://www.cs.umbc.edu/kqml/>

KQML

http://www.ee.mcgill.ca/~belmarc/agent_root.html

The Unified Agent Architecture