

TangiSenses: présentation d'une table interactive avec technologie RFID permettant la manipulation d'objets Tangibles et Traçables.

Sébastien Kubicki^{1,2,3}, Sophie Lepreux^{1,2,3},
Christophe Kolski^{1,2,3}

¹Univ Lille Nord de France, F-59000 Lille, France

²UVHC, LAMIH, F-59313 Valenciennes, France

³CNRS, UMR 8530, F-59313 Valenciennes, France
{prenom.nom}@univ-valenciennes.fr

Christian Perrot⁴, Jean Caelen⁴

⁴Multicom, Laboratoire d'Informatique de Grenoble,
UMR 5217, UJF/CNRS/INPG/UPMF

BP 53 38041 Grenoble cedex 9
christian.perrot@imag.fr jean.caelen@imag.fr

RESUME

Nous présentons dans cet article une nouvelle plateforme d'interaction utilisant une table interactive couplée à des objets tangibles. La table interactive se compose d'antennes RFID permettant le suivi d'objets, le stockage de données dans ces objets (particularité de la technologie RFID), ainsi que la détection d'objets superposés. La première section présente le projet et ses partenaires. Elle se poursuit avec une description matérielle de la table, des objets impliqués et une présentation de la structure logicielle choisie. Nous proposons en deuxième section une première application simple, afin d'illustrer cette architecture tout en nous focalisant sur le principe de fonctionnement et sur l'implémentation. L'article se termine par une conclusion et les perspectives envisagées.

MOTS CLES : Table interactive, RFID, Objet tangible, Système Multi-Agents

ABSTRACT

We present in this article a new platform for interaction using an interactive table coupled with tangible objects. The interactive table is composed with RFID antenna to track objects, to store data in these objects (particularity of RFID technology), and to detect the superimposed objects. The first section presents the project and its partners. It continues with an hardware description, the objects involved and a presentation of the framework chosen. We propose in the second section a simple application to illustrate this architecture while focusing on the principle of operation and implementation. The article ends with a conclusion and perspectives.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, to republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

IHM 2009, 13-16 Octobre 2009, Grenoble, France

Copyright 2009 ACM 978-1-60558-461-4/09/10 ...\$5.00.

CATEGORIES AND SUBJECT DESCRIPTORS: H5.2. Information Interfaces and Presentation (e.g., HCI): Users Interface

GENERAL TERMS: Documentation.

KEYWORDS: Interactive table, RFID, Tangible object, Multi-Agent System

INTRODUCTION

L'informatique, dite ambiante [8], s'est installée depuis quelques années maintenant dans notre environnement. L'utilisateur, même mobile, peut désormais interagir sur différentes plates-formes d'interaction (PDA, PC, téléphone portable, netbooks...) tout en restant connecté au reste du monde et ce, grâce aux avancées des technologies sans fil. Toutefois, les interactions semblent également évoluer avec les plates-formes. Les nouvelles technologies embarquent des surfaces tactiles, utilisent nos objets de tous les jours, et peuvent même stocker des informations personnelles dans ceux-ci.

Nous proposons d'augmenter les interactions en utilisant une technologie qui semble faire son apparition depuis peu dans les courants de recherche mais de plus en plus dans les séries ou le cinéma hollywoodien, certaines étant d'ores et déjà commercialisées : les tables interactives. Les tables interactives [5] sont très différentes de l'ordinateur personnel que l'on utilise actuellement. En effet, par la notion de table interactive, on laisse supposer un espace de travail collaboratif et co-localisé permettant de faire intervenir plusieurs utilisateurs en même temps. C'est pourquoi les recherches actuelles visent à explorer les possibilités de cette nouvelle technologie [4].

Dans cet article, nous présentons un nouveau type de table interactive basée sur la technologie RFID (Radio Frequency Identification) permettant aux utilisateurs de manipuler des objets tangibles équipés de puces RFID (offrant la possibilité d'enregistrer des informations de différents types). Avec la table, les utilisateurs peuvent

ainsi interagir et travailler sur de nouvelles applications faisant intervenir des objets physiques (ex. tâches de conception ou de production, jeux, etc.).

TANGISENSES: UNE TABLE INTERACTIVE RFID

Le projet ANR TTT (Table d'interaction avec des objets Tangibles et Traçables) propose une vision alternative dans l'utilisation d'objets tangibles sur une table interactive. Quatre partenaires sont impliqués dans le projet : deux laboratoires (le LIG¹, coordinateur du projet et le LAMIH²) le CEA³ et la société RFIDées⁴, qui est le concepteur de la table interactive et intégrateur RFID, permettant d'utiliser des tags RFID collés sur des objets.

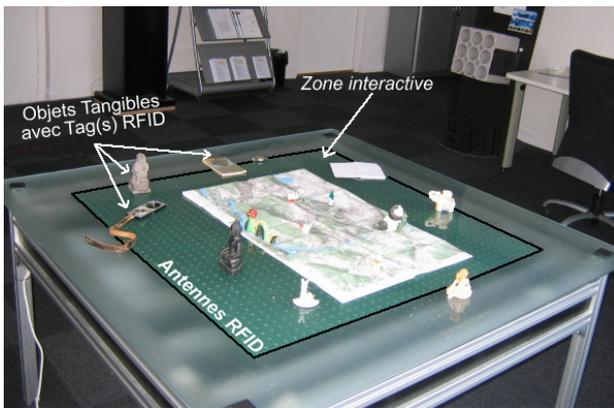


Figure 1 : Prototype v1 de la table interactive avec des objets tangibles munis de tag(s) RFID

Description de la table

La figure 1 montre le prototype v1 de la table interactive. Il est possible de distinguer par le cadre noir les différentes antennes RFID qui composent la table. La table prototype est composée de 25 "dalles" contenant chacune 64 antennes (8 x 8) de 2,5 cm de côté (figure 2) sur une surface de 1m². Chaque dalle contient son processeur DSP de traitement des lectures d'antennes RFID, son multiplexeur d'antennes et son processeur de communication. Les stratégies de lecture sont hiérarchisées et le code est réparti entre le processeur de lecture d'antennes, le processeur en charge du multiplexage et l'ordinateur hôte. Les dalles sont associées entre elles par une interface de contrôle relié à l'ordinateur hôte par un bus Ethernet. Avec la technologie employée : la RFID, il devient possible de reconnaître des objets superposés les uns sur les autres ou leur position dans l'espace de travail. On peut donc détecter qu'un objet est caché sous un autre plus grand, déterminer sa position ou son contenu si nécessaire grâce au stockage d'informations dans les tags RFID (ce qui n'était pas possible avec un système basé sur la vision même si la détection d'objets empilés est concevable [6]). Le temps de réponse obtenu grâce à la communication

¹www.liglab.fr

²www.univ-valenciennes.fr/LAMIH

³www.cea.fr

⁴www.rfidees.fr

Ethernet et la lecture RFID offre des performances de vitesse très prometteuses à ce jour. Le déplacement simultané d'un pavé de 64 étiquettes RFID est détecté en moins d'une seconde, impliquant une détection possible de plus de 60 objets en mouvement. La capacité à faire cohabiter des antennes très proches sans interaction est également nouvelle. Enfin, les algorithmes enfouis dans les dalles offrent des stratégies de recherche, d'agrégation et d'échange entre les étiquettes RFID. La table est opérationnelle et en constante évolution sur le plan hardware, il s'agit maintenant de concevoir et de développer les logiciels d'exploitation de la table et des objets communicants associés. Ainsi avec ces objets, les participants autour de la table pourront interagir et travailler de manière collaborative autour d'applications faisant intervenir des objets physiques.

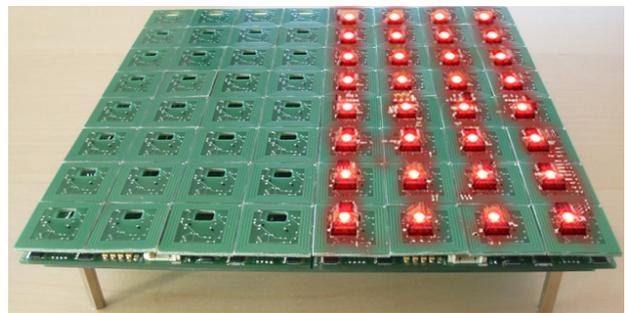


Figure 2 : Dalle 8x8 antennes (prototype v5 avec LED)

Les objets impliqués

Au delà de la table, nous distinguons deux types d'objets différents pouvant servir d'interaction. Ces objets peuvent en effet être virtuels ou tangibles, c'est-à-dire physiquement accessibles et manipulables par l'utilisateur. Nous appelons objets virtuels des objets visuels projetés sur la table. Pour cela deux technologies sont possibles (et combinables) : l'utilisation d'un écran LCD placé en surface de la table ou l'utilisation d'un vidéo projecteur placé verticalement au-dessus de la table. Ces objets virtuels peuvent être manipulés par l'utilisateur de deux manières. La manipulation peut être directe si la table est équipée d'une surface tactile supplémentaire (ceci est largement traité dans le cadre des tables tactiles [2, 3].), d'un détecteur de mouvement ou par l'utilisation d'un gant muni de puces RFID permettant de suivre les mouvements de la main de l'utilisateur [7]. La table est munie d'antennes RFID qui permettent de détecter les objets tangibles munis de puces RFID. Dans ces puces, il est possible de stocker des informations telles qu'un historique des déplacements du tag ou des consultations de ce tag, les informations d'authentification de la personne associée ou d'un objet, etc. A l'initialisation, l'application associe le ou les tags à un objet tangible.

Une structure en couches

D'un point de vue logiciel, le projet a adopté une architecture comprenant différentes couches (citées dans l'ordre

du plus bas au plus haut niveau, figure 3) :

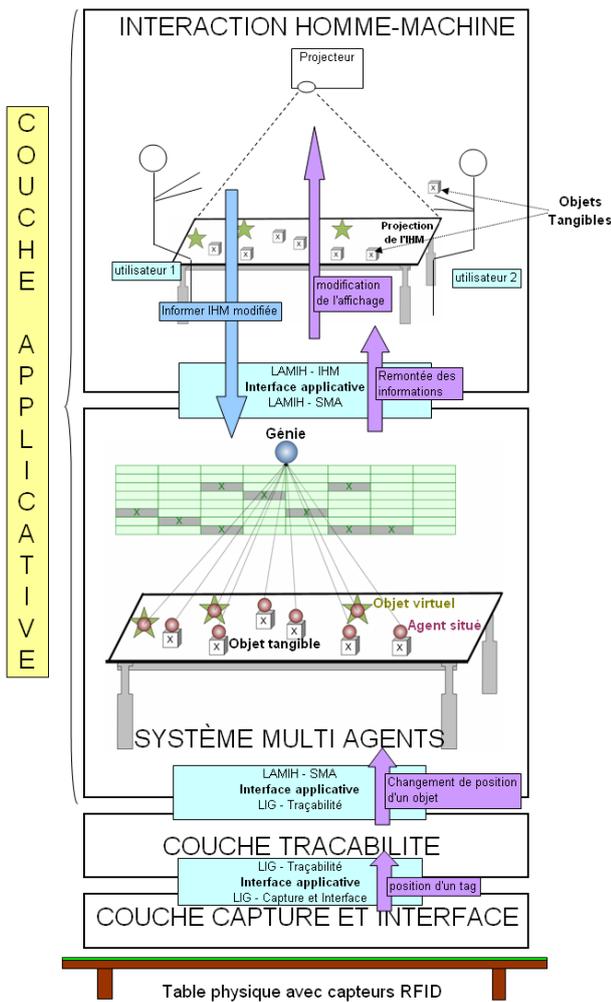


Figure 3 : Modélisation de l'architecture en couches du projet TTT

- la couche *Capture et Interface* (*CoucheCI* sur la figure) détecte des objets tangibles munis chacun de un ou plusieurs tags et remonte l'information à la couche traçabilité.
- la couche *Traçabilité* manipule des événements associés aux objets et communique à la couche applicative les modifications de position des objets.
- la couche *Applicative* gère les spécificités des applications associées à la table. Elle sert d'interface avec l'utilisateur.

La couche *applicative* est décomposée en deux parties :

- la partie intégrant le *Système Multi-Agents* (SMA) qui amène une puissance de calcul et de raisonnement. Le SMA a une vue globale des objets virtuels et physiques (tangibles) qui composent son environnement. L'organisation hiérarchique entre les agents permet une gestion intelligente des objets mais également de leur attribuer des rôles [1].
- la partie *Interaction Homme-Machine* (IHM) qui se charge de communiquer avec les utilisateurs et qui

permet de transmettre les informations virtuelles (par exemple le déplacement d'un objet virtuel par l'utilisateur).

APPLICATION

Afin d'illustrer le fonctionnement de cette architecture, de faire communiquer l'ensemble des couches 3 et d'être confronté aux problèmes de développement et hardware, une première application simple a été développée. Prenons le cas d'utilisation de la table qui illuminerait une zone, définie au préalable, d'une certaine couleur en fonction du placement d'un objet "interrupteur". Si l'utilisateur place son objet tangible "interrupteur" dans une des zones colorées virtuelles, alors la zone de lumière (les LED) s'éclaire de la couleur dans laquelle se situe l'interrupteur (figure 4). Il est possible d'utiliser plusieurs interrupteurs, dans ce cas, la zone colorée serait de plusieurs couleurs ou partagée en fonction du nombre d'utilisateurs.

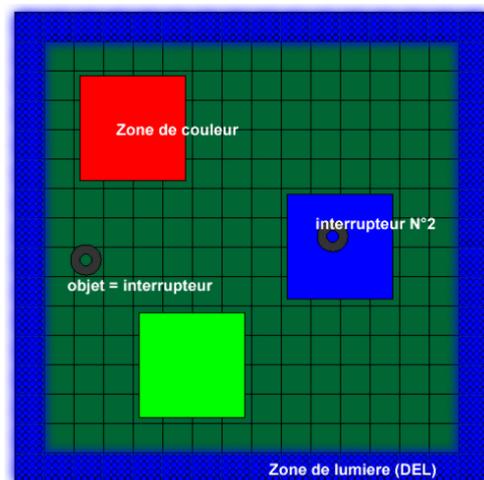


Figure 4 : Exemple d'application - Zone lumineuse

Principe de fonctionnement

L'utilisateur déplace un objet ayant pour rôle "interrupteur". Le déplacement est détecté par la couche *Capture et Interface* qui transmet les informations à la couche *Traçabilité*. Celle-ci envoie la nouvelle position de l'objet au *Système Multi-Agent*. Dans la couche *SMA*, chaque objet (tangible ou virtuel) est représenté par un agent. Chaque agent interroge son environnement local (qui fait partie de ses connaissances personnelles) afin de connaître sa position par rapport aux autres objets. Ici, l'agent associé à l'objet "interrupteur" vérifie s'il se situe dans une zone colorée ; le cas échéant, cet agent transmet la nécessité d'allumer une des zones de couleur. Après réception des données de la part du *SMA*, l'*IHM* affecte une couleur à la zone de lumière.

Implémentation

Cette première application a été implémentée à partir du prototype v3 actuel de la table. Le prototype permet la détection des objets munis de puces RFID, l'association

d'un rôle aux objets grâce au SMA et l'affichage d'un rendu utilisateur. La plateforme Multi-Agents utilisée étant Jade, l'implémentation a été effectuée grâce au langage JAVA. Une particularité de notre table qui n'a pas encore été approfondie et fera l'objet de nos perspectives est de permettre une collaboration à distance entre deux tables par exemple. Notre prototype possédant une adresse IP celui-ci peut facilement permettre une connexion vers le monde extérieur nous laissant de nombreuses possibilités en termes d'usages et de fonctions de notre table.

Applications en cours et futures

Notre première application démontre comment détecter la présence d'objets tangibles et les faire cohabiter en harmonie avec des objets virtuels représentés par les diodes LED ou projetés par vidéoprojecteur. Elle montre comment les objets tangibles sont utiles et utilisés pour interagir avec un système intelligent. Les interfaces peuvent être simplement réactives ou plus intelligentes. Au delà de cette première application, nous proposons d'utiliser la table interactive et sa particularité d'utiliser les objets tangibles dans diverses applications et domaines. Nous utilisons la table pour une présentation sonore. L'exemple est celui d'un automate cellulaire qui est en même temps visualisé à l'aide de LED et sonorisé à l'aide de sons percussifs. Cette application est un prototype faisant apparaître des états différents en fonction du temps, démontrant ainsi le rôle possible du son dans l'interaction. Nous travaillons sur l'utilisation de la table afin d'optimiser la conception des routes, la sécurité et le trafic routier. Grâce à la carte d'une ville projetée sur la table, il serait possible de vérifier en temps réel le déplacement et le comportement de véhicules autonomes (agents virtuels) sur les routes tout en modifiant la signalisation, les ponts, les ronds-points, etc. grâce aux objets tangibles directement apposés sur la table. Finalement, la particularité des tags RFID à pouvoir stocker de l'information laisse imaginer l'utilisation de la table pour le suivi d'objets (logistique) ou encore pour des jeux interactifs en permettant l'échange d'objets associés à des informations contextuelles entre utilisateurs par exemple.

CONCLUSION

Cet article a présenté un nouveau moyen d'interagir. Le couple <table interactive, objet tangible> permet de nouvelles manières de travailler/collaborer. La technologie RFID présente sur cette plate-forme permet également de tracer des objets et de stocker des informations. Nous avons présenté la table interactive TangiSenses, aussi bien d'un point de vue matériel que logiciel. Finalement, nous avons proposé une première application simple utilisant l'ensemble de la structure logicielle et les caractéristiques de la table interactive. L'objectif est maintenant de rendre l'IHM intelligente en utilisant la couche SMA (incluse dans la structure logicielle de la table) qui a pour particularité de gérer les rôles, et de proposer un ensemble d'applications novatrices utilisant cette plate-forme

d'interaction et objets tangibles.

REMERCIEMENTS

Ce travail de recherche a été financé par l'Agence Nationale de la Recherche (projet TTT). Nous voudrions également remercier les partenaires avec qui nous travaillons en collaboration : RFIDées et le CEA.

BIBLIOGRAPHIE

1. Adam, E., and Mandiau, R. Flexible roles in a holonic multi-agent system. In Marik, V., Vyatkin, V., and Colombo, A., editors, *Holonic and Multi-Agent Systems for Manufacturing, Third International Conf. on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems, HoloMAS 2007*, pages 59–70, Regensburg, Germany, September 3-5 2007. Springer-Verlag. vol. 4659, LNCS.
2. Besacier, G., Vernier, F., Chapuis, O., and Rousel, N. Redirection d'applications existantes et nouvelles interactions pour des usages collaboratifs localisés sur une table interactive. In *IHM '07: 19ème Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine*, pages 271–274, IRCAM, Paris, 12-15 Novembre 2007. ACM Press.
3. Chalon, R., and David, B. Vidéo TableGate : une table de réalité mixte collaborative et ses applications. In *17ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine (IHM'05)*, pages 347–348, Toulouse, 27-30 sept. 2005. ACM Press.
4. Couture, N., and Rivière, G. Table interactive et interface tangible pour les géosciences : retour d'expérience. In *IHM'07: 19ème Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine*, pages 23–26, Paris, France, November 12-15 2007. ACM Press.
5. Dietz, P., and Leigh, D. DiamondTouch: A MultiUser Touch Technology. In *UIST '01: Proceedings of the 14th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pages 219–226, Orlando, Florida, November 2001. ACM Press.
6. Kensaku, F., Jun, S., Kenichi, A., and Tomohiko, A. Tangible search for stacked objects. In *CHI '03: extended abstracts on Human factors in computing systems*, pages 848–849, New York, NY, USA, 2003. ACM Press.
7. Kubicki, S., Lepreux, S., Lebrun, Y., Santos, P. D., Kolski, C., and Caelen, J. New human-computer interactions using tangible objects: Application on a digital tabletop with rfid technology. In Jacko, J. A., editor, *Human-Computer Interaction*, volume 5612 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 446–455. Springer, 2009.
8. Weiser, M. The Computer for the 21st Century. *SIG-MOBILE Mob. Comput. Commun. Rev.*, 3(3):3–11, 1999.