

Nous entrerons alors dans l'ère de l'informatique ubiquitaire, annoncée de longue date – l'informaticien Mark Weiser l'imaginait déjà dans les pages de cette revue il y a un quart de siècle, en 1991.

Nous doutons que la transition soit progressive. Elle devrait plutôt être déclenchée par une innovation majeure, similaire à l'invention du Web. Les prémices du changement sont perceptibles dans des applications pour téléphone mobile telles que *Google Maps* et *Twitter*, autour desquelles ont émergé d'énormes entreprises. Mais le déclic ne se produira que lorsque les données des capteurs seront rendues librement accessibles entre appareils. La prochaine vague d'entreprises technologiques valant des milliards d'euros sera construite autour des agrégateurs de contexte, une nouvelle génération d'applications capables d'assembler et d'exploiter les informations des capteurs qui nous entourent.

Prédire la façon dont l'informatique ubiquitaire et les données des capteurs influenceront sur la vie quotidienne est aussi difficile que l'aurait été, il y a 30 ans, l'anticipation de l'impact d'Internet. Les idées du théoricien des communications Marshall McLuhan (1911-1980), développées dans les années 1960, peuvent servir de guide. Selon lui, les médias électroniques, principalement la télévision, sont devenus une extension du système nerveux humain. Maintenant que les capteurs sont partout et que leurs données peuvent être greffées à la perception humaine par divers moyens, où s'arrêtent nos sens ? Que signifiera le fait d'être présent quelque part quand la perception pourra s'étendre librement à travers le temps et l'espace ?

Visualiser les données des capteurs

Pour percevoir le monde, nous utilisons tous nos sens, tandis que nous n'accédons à l'essentiel des données numériques que par l'intermédiaire des minuscules écrans bidimensionnels des appareils électroniques. Les informations qui nous parviennent passent donc par un goulot d'étranglement. Il serait pourtant intéressant d'exploiter cette manne de données, dont la quantité explose. C'est pourquoi notre équipe au MIT (Institut de technologie du Massachusetts) travaille depuis des années sur des moyens de traduire les données des réseaux de capteurs dans le langage de la perception humaine.

■ LES AUTEURS



Gershon DUBLON est doctorant au *Media Lab* (Laboratoire des médias) du MIT (Institut de technologie du Massachusetts, aux États-Unis), où il développe de nouveaux outils pour interagir avec les capteurs.

Joseph PARADISO est maître de conférence au *Media Lab*. Il y dirige le Groupe des environnements réactifs.

■ EN VIDÉO



Conférence de Gershon Dublon : www.youtube.com/watch?v=f2j5cLayLgM#t=541

De même que les premiers navigateurs du Web, tel *Netscape*, ont rendu accessible la masse d'information présente sur Internet, leurs successeurs donneront du sens aux flots de données issues des capteurs. Les meilleurs outils actuels pour développer ces nouveaux navigateurs sont les moteurs de jeu vidéo – des logiciels qui permettent à des millions de joueurs d'interagir dans des environnements tridimensionnels crédibles et en perpétuel changement.

Avec le moteur de jeu *Unity 3D*, nous avons développé une application nommée *DoppelLab*. Elle collecte les données recueillies par des capteurs placés dans un environnement particulier, tel un bâtiment, et restitue l'information sous forme graphique, en la superposant à une image virtuelle du bâtiment sur un écran d'ordinateur (voir l'encadré page ci-contre). Nous l'avons installée dans notre laboratoire. Ainsi, un utilisateur peut voir en temps réel la température de chaque pièce, le nombre de personnes qui marchent dans une certaine zone, ou même la localisation de la balle sur notre table de ping-pong intelligente.

Un environnement sonore virtuel

DoppelLab ne fait pas que visualiser des données. Il recueille aussi les sons captés par des microphones éparpillés dans le bâtiment et s'en sert pour créer un environnement sonore virtuel. Afin de respecter la vie privée, les flux audio sont brouillés avant d'être transmis. Cela rend les paroles incompréhensibles tout en préservant l'ambiance du lieu et les caractéristiques vocales de ses occupants. Avec *DoppelLab*, il est aussi possible de mettre en scène des données enregistrées dans le passé. On peut observer une scène sous différents angles ou examiner en accéléré les données pour découvrir les cycles cachés de la vie d'un bâtiment.

Les navigateurs sur réseau de capteurs tels que *DoppelLab* ont des applications commerciales immédiates, telle l'instauration de panneaux de contrôle virtuels pour de grands bâtiments. Auparavant, le gardien confronté à un problème de chauffage devait passer au crible les feuilles de données renvoyées par de multiples capteurs de température, afin de repérer les valeurs anormales et déterminer l'origine de la défaillance. Avec *DoppelLab*, cette même personne peut voir simultanément la température actuelle et la

température souhaitée pour chaque pièce, et vite repérer des problèmes touchant plusieurs pièces ou plusieurs étages. De plus, les architectes, les gestionnaires et les occupants du bâtiment ont accès aux données traduisant l'utilisation de l'infrastructure. Où les gens se rassemblent-ils et quand? Quels effets les éventuels aménagements apportés au bâtiment ont-ils sur la façon dont les gens y interagissent et y travaillent?

Outre ces applications, les navigateurs sur réseaux de capteurs permettront de se transporter virtuellement dans des endroits lointains et d'y « être » en temps réel. Nous travaillons sur un projet nommé *Living Observatory at Tidmarsh Farms* (Observatoire vivant des Tidmarsh Farms), qui vise à immerger virtuellement des visiteurs dans un environnement naturel changeant.

Depuis 2010, dans le Sud du Massachusetts, un groupe d'organisations environnementales publiques et privées convertit 250 hectares de tourbières, les Tidmarsh Farms, en une zone humide côtière protégée. Notre collègue Glorianna Davenport en est copropriétaire. Ayant travaillé sur l'avenir du documentaire au laboratoire, elle est fascinée par l'idée d'un environnement riche en capteurs produisant son propre « documentaire ». Avec son aide, nous développons des réseaux de capteurs qui renseignent sur les processus écologiques et permettent aux personnes intéressées de s'immerger dans les données produites. Nous avons commencé à installer des centaines de capteurs sans fil mesurant la température, l'humidité, la luminosité, les mouvements, les propriétés du vent, les sons, les flux de

sève dans les arbres et les concentrations de divers composés chimiques.

Économes en énergie, ces capteurs fonctionneront pendant des années avec leurs piles actuelles. Certains seront équipés de panneaux solaires, qui apporteront assez d'énergie pour transmettre des sons : le bruit de la brise, des oiseaux qui chantent à proximité, des gouttes de pluie qui tombent sur les feuilles voisines... Des collègues de l'Université du Massachusetts, à Amherst, équipent Tidmarsh de capteurs perfectionnés, notamment des sondes de température submersibles en fibre optique ou des instruments qui mesurent la quantité d'oxygène dissous dans l'eau. Toutes ces informations seront transmises à une base de données stockée sur nos serveurs et que les utilisateurs pourront explorer *via* diverses applications.

NAVIGUER DANS LES DONNÉES DES CAPTEURS

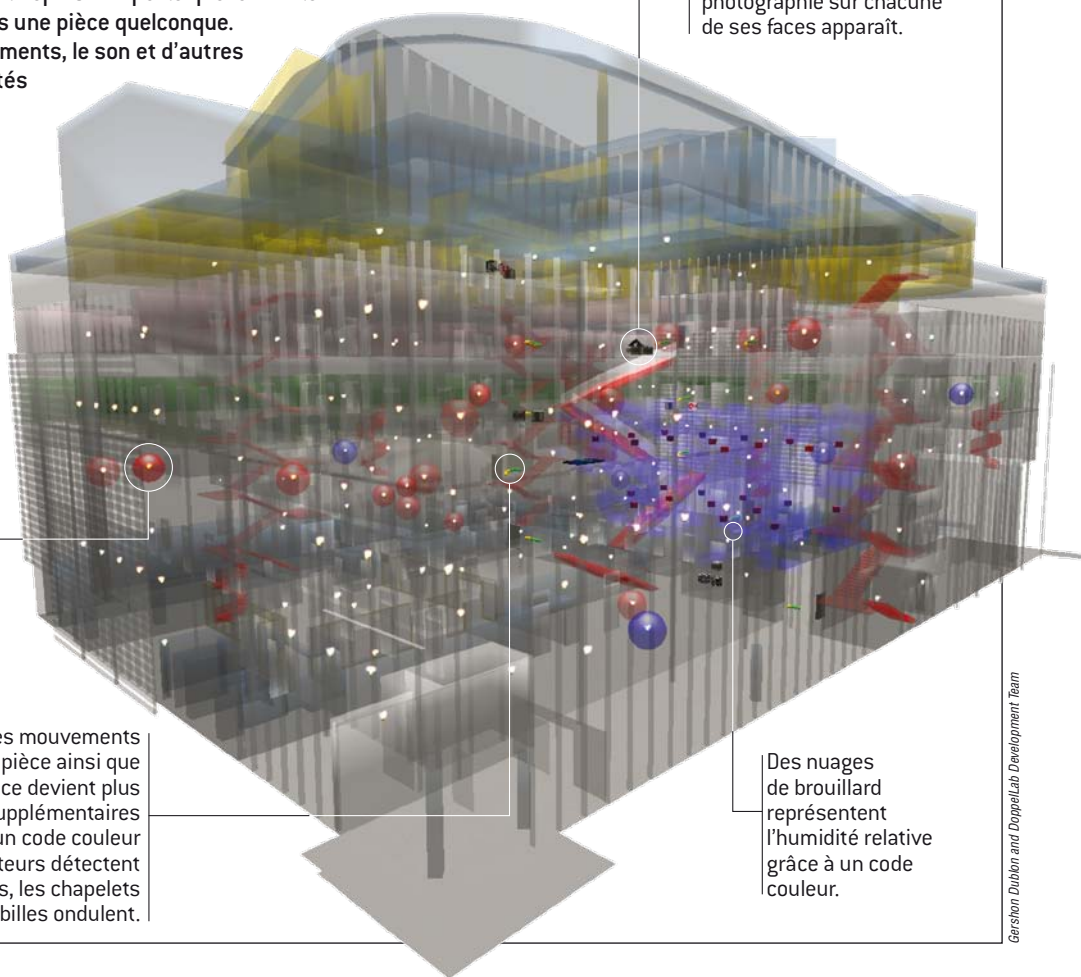
Le logiciel de navigation conçu par les auteurs, nommé *DoppelLab*, recueille les données de capteurs répartis dans tout le *Media Lab* du MIT et les met en scène dans un modèle translucide du bâtiment. Le navigateur s'actualise automatiquement, de sorte que les utilisateurs peuvent se connecter à tout moment depuis n'importe quel ordinateur et voir ce qui se passe dans une pièce quelconque. La température, les mouvements, le son et d'autres paramètres sont représentés au moyen d'icônes.

Dans chaque bureau, une icône représente la température de la pièce : plus elle est bleue, plus la température est froide, et plus elle est rouge, plus il fait chaud. Si la température diffère de celle réglée au thermostat, une sphère pulsante apparaît autour de la flamme correspondante. Le rythme des pulsations augmente avec l'écart entre les températures mesurée et souhaitée.

Des billes représentent les mouvements des personnes à travers la pièce ainsi que le niveau sonore. Si une pièce devient plus bruyante, des billes supplémentaires apparaissent selon un code couleur déterminé. Si les capteurs détectent des mouvements, les chapelets de billes ondulent.

Si une personne munie d'une radio-étiquette RFID s'approche d'un groupe de détecteurs dans un espace public, un cube portant sa photographie sur chacune de ses faces apparaît.

Des nuages de brouillard représentent l'humidité relative grâce à un code couleur.



Gershon Dubon and DoppelLab Development Team