

Regard sur le futur

Les lunettes intelligentes (*smart glasses*)

Khaled SARAYEDDINE

Directeur Technique et Co-Fondateur de la société Optinvent SA, Rennes, France

khaled.sarayeddine@optinvent.com

Les lunettes intelligentes sont des dispositifs électro-optiques qui permettent de visualiser une image dans les yeux de l'utilisateur tout en gardant sa vision extérieure inchangée. Ils permettent d'héberger et d'exécuter des applications mobiles. C'est en somme l'équivalent d'une tablette avec la différence de présenter une image virtuelle transparente en mains libres et exécutant de vraies applications de réalité augmentée directement dans le champ de vision de l'utilisateur.

La plupart des lunettes intelligentes, disposent d'un microprocesseur avec un processeur graphique, une mémoire, une caméra faciale et des capteurs de position. Ces lunettes sont contrôlées par un pavé tactile positionné sur le côté de la monture. Enfin, elles ont un microphone pour la commande vocale, une sortie son stéréo et sont alimentées par une batterie rechargeable positionnée sur la monture. Cette description se retrouve plus ou moins sur les produits existant sur le marché (BT200 d'Epson, ORA-1 d'Optinvent, Glass de Google, etc.), travaillant tous sous le système d'exploitation Android.

Un peu d'histoire

L'élément clé des lunettes est sans conteste le dispositif d'affichage transparent, le reste, notamment la plateforme électronique embarquée, est du pur développement industriel.

Le premier à avoir vu l'intérêt de tels dispositifs est le secteur de l'avionique militaire, où le besoin est primordial d'afficher les informations dans les yeux des pilotes, toujours en situation de danger. Cependant, la nécessité d'intégrer ces dispositifs dans les casques n'a accouché d'aucune solution optique compacte de bas coût pour les autres secteurs professionnels ou pour le marché grand public.

L'on peut dire que les systèmes de vision



Figure 1. Lunettes intelligentes ORA-1 d'Optinvent.

transparente ont commencé à émerger au début des années 2000. Ces techniques utilisent un guide mince devant les yeux, permettant de positionner le dispositif optique de collimation et l'électronique de commande côté temporelle, libérant ainsi la vision de l'utilisateur. Curieusement, ces techniques ont été portées par deux start-up (Lumus en Israël et Optinvent en France) et par deux grands industriels du secteur des appareils mobiles (Nokia et Sony), rejoints très récemment par d'autres (Google, Microsoft, etc.) qui ont apporté davantage de légitimité à ces nouveaux produits, sans pour autant proposer de solutions nouvelles sur les dispositifs optiques.

Les technologies optiques à guide transparent

Une diapositive électronique (*micro display* en anglais) est éclairée par un faisceau lumineux à LED permettant de générer une image pixélisée de petite taille. Cette image est projetée à l'infini

par un jeu de lentilles (appelé collimateur optique). Le faisceau est injecté dans un guide mince à faces parallèles qui conduit l'image par réflexion interne totale. Un dispositif intégré au guide et placé devant l'œil de l'utilisateur remplit deux fonctions : d'une part, il permet d'extraire la lumière du guide pour former une image agrandie dans la rétine ; d'autre part, il permet aux rayons extérieurs de traverser le guide et de former l'image du monde extérieur à travers une lame de verre simple.

La différenciation entre les techniques concurrentes se retrouve donc dans la manière d'injecter et d'extraire l'image de ce guide ainsi que dans le matériau et le processus de fabrication du guide lui-même. Pour ce faire, il existe trois méthodes ; la méthode diffractive, la méthode polarisante et enfin la méthode réflective non polarisante.

La méthode diffractive utilise, dans une de ses variantes (concept Sony), un élément optique holographique de volume (HOE) pour diffracter le faisceau image à l'injection et à l'extraction du guide. L'autre variante est utilisée par Nokia (et licenciée récemment à l'Américain Vuzix) et consiste à former un réseau de diffraction très fin et très profond pour injecter et extraire le faisceau image du guide optique.

Cependant, cette méthode ne permet pas de visualiser des images en couleurs avec un grand champ. L'utilisation de la

diffraction introduit un défaut de rendu coloré dans le blanc (dû à la variation d'efficacité de diffraction en fonction de la longueur d'onde et de l'angle d'incidence) ainsi qu'une efficacité de diffraction faible. De plus, la technique de fabrication des éléments diffractants reste assez exotique, nécessitant l'utilisation d'une technique de photolithographie sur wafer, coûteuse et incompatible avec les contraintes de production en grand volume. C'est la raison pour laquelle Sony a un produit monochrome avec faible champ de vision (SmartEyeGlasses). La technique holographique, quant à elle, a été reprise par Microsoft (Hololens) et Vuzix (qui annonce un produit, le M2000AR, à 6000 US\$).

La technique polarisante est utilisée par Lumus (Israël). Elle consiste à extraire le faisceau image par des réflecteurs polarisants (4 à 6) intégrés dans le cœur du guide en verre. Le processus de fabrication de ce guide n'est pas compatible avec des montées en volume au vu des faibles rendements de ce genre de procédé. Il ne permet pas non plus d'avoir des prix faibles. C'est la raison pour laquelle Lumus se concentre sur le domaine militaire.

Enfin, **la technique réflective** est exploitée par Optinvent, Google et Epson. Elle consiste dans le cas d'Epson et Google à utiliser un guide épais (10 mm) avec un



Figure 2. Principe de fonctionnement du dispositif d'affichage transparent d'Optinvent.

seul réflecteur pris en sandwich entre deux biseaux en plastique. Le champ projeté, avec une image positionnée en permanence en haut à droite du champ de vision (Google), est directement proportionnel à l'épaisseur du guide, d'où la limitation de cette technique à des guides épais avec des champs faibles. Optinvent, quant à lui, utilise un réseau de petits miroirs transparents en surface d'un guide monolithique fabriqué par la technique d'injection plastique, ce qui a pour avantage d'obtenir de grands champs avec des guides minces (24 degrés de champ pour un guide de 4 mm d'épaisseur) ; cet afficheur peut être tourné devant l'œil, de sorte que l'utilisateur pourra ou bien avoir l'image virtuelle dans son champ de vision ou bien en dessous de son axe de vision pour une meilleure ergonomie d'utilisation. De plus, le fait que le guide

soit monolithique facilite grandement sa fabrication en volume et réduit aussi son coût de fabrication.

L'avantage de la technique réflective est qu'elle ne perturbe aucunement la colorimétrie du système, elle permet aussi une meilleure efficacité vis-à-vis des techniques diffractives ou polarisantes car elle permet de réfléchir un faisceau lumineux quel que soit son état de polarisation.

Notons enfin que d'autres techniques de projection rétinienne existent, elles font appel à des systèmes de projection dits classiques sans guidage avec des jeux de miroirs semi-transparents assez encombrants devant l'œil. Citons les réalisations de la société Française Laster Technologies, ODG ou Vuzix aux États-Unis. La barrière d'entrée technologique est ici très faible avec des priorités de brevets, notamment Japonaises.



SPECTROGON

State of the art products

Filtres Interférentiels

- De 200 à 15000 nm
- Passe-bande
- Passe-haut
- Passe-bas
- Large bande
- Densité neutre
- Disponible en stock



Réseaux Holographiques

- De 150 à 2000 nm
- Compression d'impulsion
- Télécom
- Accordabilité spectrale
- Monochromateurs
- Spectroscopie
- Disponible en stock



UK (parle français): sales.uk@spectrogon.com • Tel +44 1592770000
 Sweden (headquarters): sales.se@spectrogon.com • Tel +46 86382800
 US: sales.us@spectrogon.com • Tel +1 9733311191

www.spectrogon.com

Marché des smart glasses

Le seul marché actuel est celui du monde professionnel, bien qu'il soit encore très modeste. Citons les applications en cours de développement dans le domaine de la logistique (utilisation en mains libres pour gérer le flux de colis), la maintenance (notamment à distance), le médical (pour filmer et diffuser une opération chirurgicale), l'industrie, l'avionique, etc. En somme, les industriels cherchent soit des gains de productivité (logistique, maintenance), soit une amélioration de la qualité dans les processus industriels avec l'utilisation de la réalité augmentée pour les processus de contrôle et de fabrication. On est donc au début d'un processus qui voit émerger à côté des lunettes elles-mêmes, un travail de mise au point d'applicatifs et de plateformes logicielles permettant aux lunettes intelligentes d'être intégrées à des processus industriels améliorés.

Il reste que le but de ces dispositifs est d'atteindre le marché grand public. Pour cela, nous pensons que le facteur ergonomique et l'acceptabilité sociale restent des problèmes à résoudre. La réduction de l'encombrement va certainement aider à améliorer le facteur ergonomique, mais cela risque d'être insuffisant à court terme. L'autre défi est celui de la consommation électrique et de la durée de vie qui reste aujourd'hui limitée à quelques heures.

C'est la raison pour laquelle Optinvent a proposé une approche en rupture avec un casque de réalité augmentée. Ce casque (figure 3) résout le problème de l'ergonomie des lunettes à court terme et augmente sensiblement la durée de vie de la batterie qui peut facilement être intégrée dans le casque.

Évolution technique des smart glasses

Les deux axes majeurs d'amélioration sont, d'une part, la réduction de l'encombrement avec des systèmes de projection encore plus compacts et efficaces et, d'autre part, la réduction de la puissance électrique consommée par une optimisation de la plateforme électronique

La Google Cardboard, un masque de réalité virtuelle pour toutes les bourses

Son apparence spartiate est trompeuse et, en tout cas, très éloignée des fameuses *smart glasses*. Elle est destinée à expérimenter la réalité virtuelle et les effets 3D pour un coût très faible puisqu'elle est composée de carton et de deux lentilles. Cependant elle ne fonctionne qu'associée à un smartphone que l'on place sur le devant des lunettes et qui est indispensable pour générer les images en 3D et pour utiliser ses différents capteurs pour reconstituer le point de vue de l'utilisateur. On peut considérer ces lunettes comme un accessoire pour les smartphones. De nombreuses applications de démonstration de la réalité virtuelle sont disponibles (voir par exemple la vidéo sur <https://www.youtube.com/watch?v=SxAj2lyX4oU>). Bon voyage virtuel !

François Piuze



Figure 3. Casque de réalité augmentée en cours de développement chez Optinvent. Ce produit fait le pari de combiner un son de haute-fidélité à une deuxième dimension, celle de l'image.

embarquée utilisant des circuits de plus faible consommation et des logiciels intégrés permettant de mieux gérer l'énergie. Notons aussi le besoin d'une interface utilisateur plus ergonomique et intuitive, notamment pour une utilisation de masse. Cette nouvelle interface pourra utiliser une plateforme logicielle s'appuyant sur une commande vocale, ou un contrôle gestuel avec les mains, ou encore une commande gyroscopique utilisant les mouvements de la tête. Le contrôle des lunettes par les mouvements de la pupille pourra être intégré dans un deuxième temps, étant données les difficultés actuelles d'associer parfaitement le mouvement de la pupille à l'objet virtuel que l'on souhaite sélectionner.

Il est à prévoir aussi que la pénétration du marché pourra être accompagnée par l'intégration d'autres capteurs utiles au domaine de la surveillance de la santé. Ces capteurs, qui équipent aujourd'hui les accessoires de type bracelets montres

connectés, auront leur place dans la monture des lunettes connectées, avec une meilleure efficacité car ils seront hébergés par une vraie plateforme de calcul connectée à la toile. On peut aussi rêver et imaginer, dans un futur lointain, des capteurs sensoriels intégrés aux lunettes détectant et traitant des signaux du cerveau et permettant par exemple de gérer le stress ou les émotions du porteur.

Pour en savoir plus

[1] www.optinvent.com et <http://optinvent.com/ HUD-HMD-benchmark>

[2] Key challenges to affordable see-through wearable display: the missing link to mobile AR mass development, Kayvan Mirza et al., AR Standard 2012.

[3] Oled microdisplays: technology and applications. Edited by François Templier. ISTE, John Wiley 2014.