

Dispositifs immersifs rapprochés
et individuels

Individual Up-Close Immersive
Viewing Systems

Les casques interactifs de première génération

First-generation Interactive Headsets

Olivier Asselin

Sous la direction de/edited by
Olivier Asselin

Éditorialisation/content curation
Tara Karmous

Traduction/translation
Timothy Barnard

Référence bibliographique/bibliographic reference
Asselin, Olivier (dir.). *Dispositifs immersifs rapprochés et individuels / Individual Up-Close Immersive Viewing Systems*.

Montréal : CinéMédias, 2023, collection « Encyclopédie raisonnée des techniques du cinéma », sous la direction d'André Gaudreault, Laurent Le Forestier et Gilles Mouëllic.

Dépôt légal/legal deposit
Bibliothèque et Archives nationales du Québec,
Bibliothèque et Archives Canada/Library and Archives Canada, 2023
ISBN 978-2-925376-08-8 (PDF)

Appui financier du CRSH/SSHRC support
Ce projet s'appuie sur des recherches financées par le
Conseil de recherches en sciences humaines du Canada.

This project draws on research supported by the
Social Sciences and Humanities Research Council of Canada.

Mention de droits pour les textes/copyright for texts
© CinéMédias, 2023. Certains droits réservés/some rights reserved.
Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International



Image d'accroche/header image

Membres du public munis d'un casque de réalité virtuelle au
Samhoud Virtual Reality Cinema d'Amsterdam (Guido van
Nispen, 2017). [Voir la fiche](#).

Audience with a VR headset at the Samhoud Virtual Reality Cinema
in Amsterdam (Guido van Nispen, 2017). [See database entry](#).

Base de données TECHNÈS/TECHNÈS database

Une base de données documentaire recensant tous les contenus
de l'*Encyclopédie* est en [libre accès](#). Des renvois vers la base sont
également indiqués pour chaque image intégrée à ce livre.

A documentary database listing all the contents of the *Encyclopedia*
is in [open access](#). References to the database are also provided for
each image included in this book.

Versión web/web version

Cet ouvrage a été initialement publié en 2022 sous la forme
d'un [parcours thématique](#) de l'*Encyclopédie raisonnée des
techniques du cinéma*.

This work was initially published in 2022 as a [thematic parcours](#)
of the *Encyclopedia of Film Techniques and Technologies*.

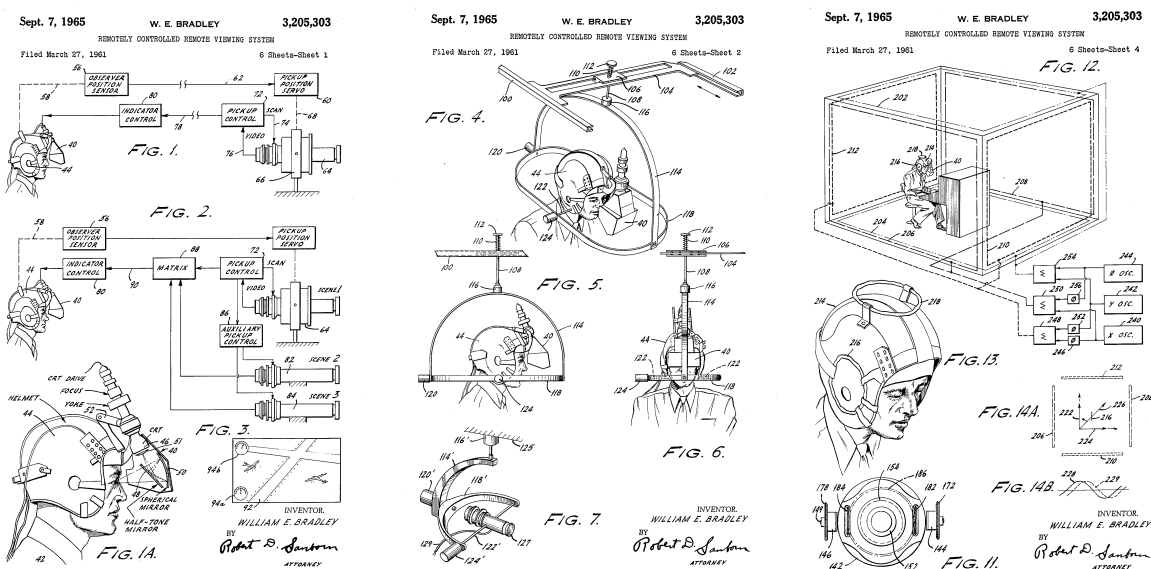
Les casques interactifs de première génération

par Olivier Asselin

Alors que Gernsback, McCollum, Heilig et d'autres envisagent des lunettes télévisuelles essentiellement passives – une simple télévision stéréoscopique portée sur la tête, comme un masque –, d'autres cherchent déjà à introduire dans le dispositif immersif une première interactivité, qui modifie l'image (le cadre et le champ de vision) selon les mouvements de la tête de l'utilisateur, ajoutant ainsi à l'immersion spatiale une immersion kinesthésique.

En 1961, William E. Bradley, un ingénieur électrique qui travaille chez Philco, la compagnie de postes radio et de téléviseurs, dépose un brevet pour un « *remotely controlled remote viewing system*^[1] ». Le dispositif permet de contrôler à distance une caméra par les mouvements de la tête. L'appareil têtier, qui ressemble à un casque de football, mais qui correspond à ce que portaient alors les pilotes des forces armées américaines, est solidarisé à distance avec une caméra vidéo, de telle sorte que les mouvements de la tête selon les trois degrés de liberté, sur les axes x, y et z, sont mesurés et reproduits sur un appareil apparenté qui détermine les mouvements de la caméra.

Le « couplage » de la tête et de la caméra peut être réalisé de deux façons : électromécaniquement, par une structure métallique articulée, fixée au casque et intégrant trois capteurs d'angle (« *angle-sensing means* », potentiomètre ou synchro-transmetteur) (fig. 4 du



Illustrations tirées du brevet du Remotely Controlled Remote Viewing System (William E. Bradley, 1961). [Voir la fiche.](#)

brevet); ou électromagnétiquement, en installant, sur le casque, deux bobines de détection («*sensing coils*») et, dans la pièce où se trouve l'utilisateur, une «structure de référence» avec trois paires de bobines d'induction («*induction coils*») déployées sur les murs, le plafond et le plancher (fig. 12 et 13 du brevet). La caméra, elle, est montée sur une suspension à cardan, avec trois arcs articulés («*gimbal sections*»), trois synchro-récepteurs et trois moteurs, qui permettent des rotations selon trois axes (fig. 7, 8 et 9 du brevet).

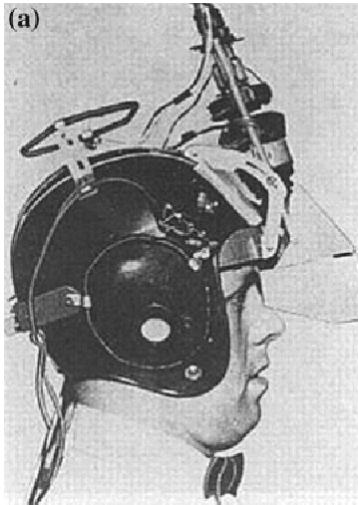
L'image transmise est renvoyée à l'utilisateur par un miroir semi-réfléchissant («*half-tone mirror*») qui permet de voir à la fois le virtuel et le réel, l'environnement capté par la caméra et l'environnement immédiat de l'utilisateur, comme dans un affichage tête haute («*head-up display*» ou «*HUD*») ou un dispositif de réalité augmentée ou mixte.

Le dispositif permet aussi de coupler un observateur et plusieurs caméras, par exemple une caméra principale interactive et deux caméras secondaires fixes, et de juxtaposer ces trois images en une seule – pour permettre au pilote de voir en même temps de plusieurs points de vue, tout autour de l'avion.

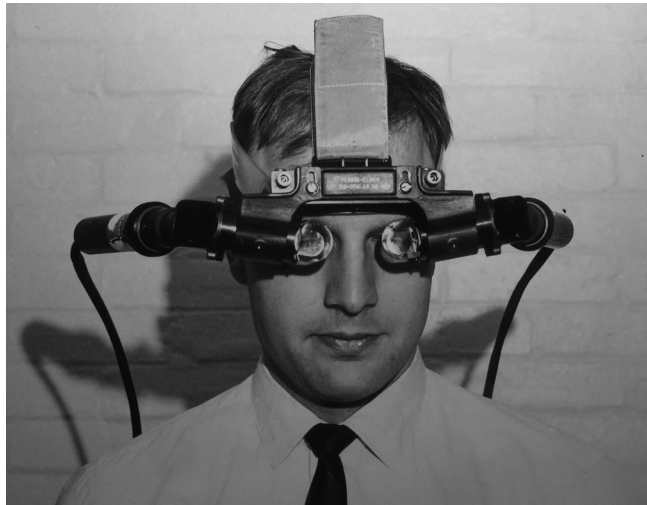
Enfin, le dispositif peut aussi associer deux utilisateurs et une caméra, pour partager l'image tout en superposant deux interactivités – cependant asymétriques: l'«observateur principal» choisit le point de vue et l'«observateur auxiliaire» peut seulement recadrer légèrement.

A priori, on ne voit pas trop l'intérêt de ces dernières combinaisons. Le texte du brevet donne une idée claire du programme esthétique: il s'agit, écrit-on, de renforcer «l'effet de réalisme», «le sentiment subjectif d'être présent au point de captation^[2].» Mais le texte reste discret sur les applications possibles de l'invention. Par contre, les exemples sont éloquentes: le texte mentionne des «tâches complexes», réalisées à *distance*, comme l'atterrissage d'un avion supersonique ou le pilotage d'un avion, d'un bateau, d'un sous-marin ou d'un tank.

Il peut sembler surprenant qu'un ingénieur électrique qui fait de la recherche pour l'une des plus grosses compagnies américaines de radios et de téléviseurs s'intéresse tout à coup au pilotage télécommandé des avions. Il faut savoir cependant que, pendant la Seconde Guerre mondiale, Bradley travaille avec le MIT à la mise au point d'un radar pour l'armée américaine. Entre 1955 et 1957, en pleine guerre froide, Philco produit des ordinateurs à transistors pour l'aviation militaire. Et en 1957, Bradley prend un long congé de Philco (une dizaine d'années) pour siéger au PSAC, le President's Science Advisory Committee, qui conseille Dwight Eisenhower en matière de défense et notamment sur le développement d'un programme spatial et sur les missiles balistiques intercontinentaux, puis à l'Institute for Defense Analyses, avec sa célèbre division Advanced Research Projects Agency, qui favorise le développement de technologies militaires innovantes. C'est précisément à cette époque que Bradley dépose le brevet de son «*remotely controlled remote viewing system*».



Photographie du prototype de Remotely Controlled Remote Viewing System, imaginé par William E. Bradley. [Voir la fiche.](#)



Photographie de Quentin Foster portant le Head-mounted Three Dimensional Display conçu par Ivan E. Sutherland. [Voir la fiche.](#)

En 1968, après deux ans de travail, Ivan E. Sutherland met au point un «*head-mounted three dimensional display*», qui est aujourd'hui considéré comme le «premier casque de réalité virtuelle» (dans la version officielle de cette histoire).

Dans l'article qui présente le dispositif (aucun brevet n'est déposé), Sutherland décrit l'objectif de la recherche :

L'idée fondamentale de l'affichage tridimensionnel est de présenter à l'utilisateur une image en perspective qui change en fonction de ses mouvements [...]. L'image présentée par l'affichage tridimensionnel doit changer exactement de la même manière que l'image d'un objet réel changerait pour des mouvements similaires de la tête de l'utilisateur^[3].

Le dispositif est apparenté à celui de Bradley (même si Sutherland ne le mentionne nulle part). Il comprend deux tubes cathodiques et une interface binoculaire, mais il n'est pas pour autant stéréoscopique : « Bien que la présentation stéréo soit importante pour l'illusion tridimensionnelle, elle l'est moins que le changement qui se produit dans l'image lorsque l'observateur bouge la tête^[4]. » L'image paraît tridimensionnelle sans l'être, simplement parce qu'elle est interactive ; elle est spatiale parce qu'elle est kinesthésique. Sutherland évoque d'ailleurs un « *kinetic depth effect*^[5] ».

Les mouvements de la tête et les transformations de l'image sont couplés par deux systèmes de suivi de mouvement, proches de ceux de Bradley. Le premier est mécanique : un bras métallique est attaché au plafond, avec une section centrale coulissante («*slider*») qui permet les mouvements de translation verticaux, en altitude, et deux joints de cardan («*universal joints*») qui permettent tous les autres mouvements de rotation et de translation. Le second système est *ultrasonore* : trois émetteurs sont montés sur le casque de l'utilisateur et quatre récepteurs sur une structure en croix attachée au plafond, et permettent de mesurer les changements de phase entre la tête et le système de référence, c'est-à-dire les changements de position.

Mais Sutherland innove sur deux points essentiels. Alors que le dispositif de Bradley était encore électromagnétique, le dispositif de Sutherland est déjà informatique; alors que les images étaient là naturelles, captées par une caméra vidéo, elles sont ici synthétiques, générées par ordinateur. Magnifiées, ces images présentent des formes virtuelles simples, géométriques et transparentes, en mode filaire (« *wireframe* »), dans un champ de vision de 40 degrés.



Photographie de Quintin Foster portant le Head-mounted Three Dimensional Display. [Voir la fiche.](#)

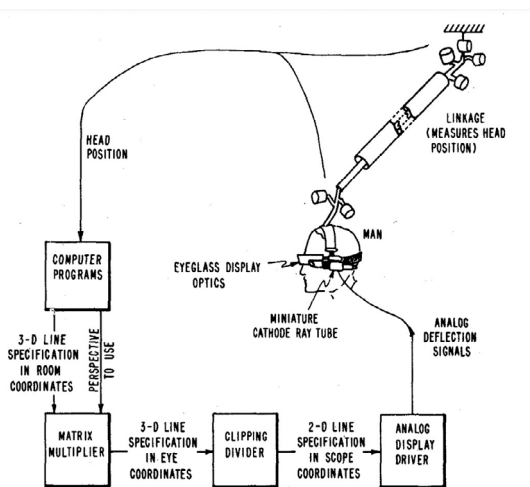


FIGURE 1—The parts of the three-dimensional display system

Schéma décrivant le fonctionnement du dispositif inventé par Ivan E. Sutherland en 1968. [Voir la fiche.](#)

Ensuite, le dispositif de Sutherland permet de bouger la tête, non seulement selon les trois degrés de liberté habituels – les mouvements de *rotation* : roulis, tangage, lacet – comme chez Bradley, mais aussi selon trois degrés de liberté supplémentaires – les mouvements de *translation* : avance, dérive, ascension. Le dispositif, têtier, suit les mouvements de la tête, mais aussi, dans une certaine mesure, les mouvements du corps. L'utilisateur a un « champ de mouvement » (« *field of motion* ») de 6 pieds de diamètre (180 cm) et de 3 pieds de hauteur (90 cm), il peut s'approcher de la forme virtuelle, la regarder de tous les points de vue, en voir tous les côtés, le dessus, le dessous, le côté gauche, le côté droit; il peut aussi tourner sur lui-même et regarder dans toutes les directions. Car tel est le programme de Sutherland : « À terme, nous aimerions permettre à l'utilisateur de se déplacer librement dans la pièce^[6]. »

C'est pourquoi, sans doute, le dispositif présente deux types d'images qui invitent à deux types d'exploration, centrifuge et centripète : un objet dont l'utilisateur peut faire le tour – comme un cube; et un environnement dans lequel il peut circuler – comme une chambre. Certaines formes sont figuratives, elles représentent des objets familiers – comme « une maison avec une cheminée » –, d'autres sont plus abstraites et évoquent une autre échelle – comme « la molécule du cyclohexane ».

L'enjeu n'est donc plus simplement de synchroniser les mouvements de la tête et les mouvements de la caméra. Il s'agit de modifier l'image, l'apparence des objets représentés, d'une manière

dynamique, en temps réel (ou presque: en quelques microsecondes), en associant les coordonnées de la tête et du corps et les coordonnées de la forme géométrique (x, y, z et w, cette dernière coordonnée mesurant l'échelle, soit la distance entre le point de vue et la forme), pour aligner les deux points de vue, selon un système de référence commun que Sutherland appelle « *the room coordinate system*^[7] ».



Un extrait vidéo est accessible en ligne.

Capture d'écran d'une démonstration du casque de réalité virtuelle de Sutherland. [Voir la fiche.](#)

Il est intéressant de noter que ce « premier casque de réalité virtuelle » est en fait lui aussi un dispositif de réalité augmentée. Ici, comme chez Bradley, l'image est relayée par un miroir semi-argenté (« *half-silvered mirror* ») qui permet à l'utilisateur de voir « *simultanément les images des tubes cathodiques et les objets dans la pièce* » : « Ainsi, le matériel affiché sur l'écran peut être suspendu de manière désincarnée dans l'espace ou coïncider avec des cartes, des bureaux, des murs ou les touches d'une machine à écrire^[8]. »

Commencé en 1966-1967 au Lincoln Laboratory du MIT et poursuivi à l'Université Harvard, le travail de Sutherland et de son équipe est financé « en partie par l'Advanced Research Projects Agency (ARPA) du Department of Defense dans le cadre du contrat SD 265, en partie par l'Office of Naval Research dans le cadre du contrat ONR 1866(16) et en partie par un accord de longue date entre les Bell Telephone Laboratories et le Harvard Computation Laboratory^[9] ».

[1] William E. Bradley, *Remotely Controlled Remote Viewing System*, brevet américain 3205303A, déposé le 27 mars 1961 et publié le 7 septembre 1965. Accessible sur [Google Patents](#).

[2] « The feeling of realism », « the subjective feeling of being present at the remote pick up. » *Ibid.*

[3] « The fundamental idea behind the three-dimensional display is to present the user with a perspective image which changes as he moves [...]. The image presented by the three-dimensional display must change in exactly the way that the image of a real object would change for similar motions of the user's head. » Ivan E. Sutherland, « A Head-Mounted Three Dimensional Display », *Proceedings of the December 9-11, 1968, Fall Joint Computer Conference, American Federation of Information Processing Societies* (New York: Association for Computing Machinery, 1968), 757-764, <https://doi.org/10.1145/1476589.1476686>.

[4] « Although stereo presentation is important to the three-dimensional illusion, it is less important than the change that takes place in the image when the observer moves his head » *Ibid.*

[5] *Ibid.*

[6] «Eventually we would like to allow the user to walk freely about the room.» *Ibid.*

[7] *Ibid.*

[8] «Both the images from the cathode ray tubes and objects in the room simultaneously. [...] Thus displayed material can be made either to hang disembodied in space or to coincide with maps, desk tops, walls, or the keys of a typewriter.» *Ibid.*

[9] «In part by the Advanced Research Projects Agency (ARPA) of the Department of Defense under contract SD 265, in part by the Office of Naval Research under contract ONR 1866(16), and in part by a long-standing agreement between Bell Telephone Laboratories and the Harvard Computation Laboratory». *Ibid.*

First-generation Interactive Headsets

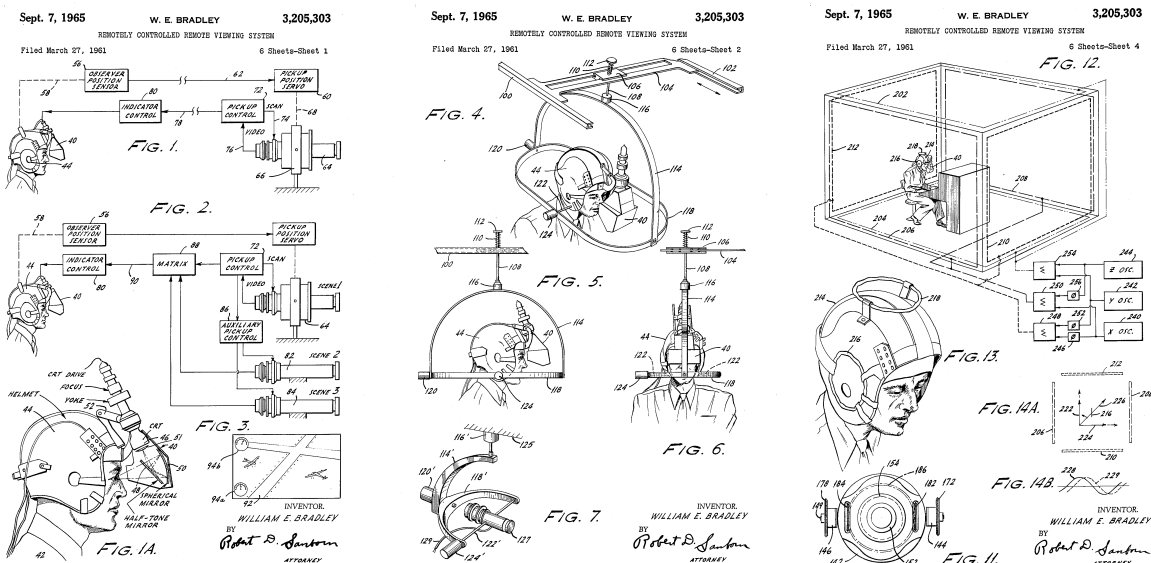
by Olivier Asselin

Translation: Timothy Barnard

While Gernsback, McCollum, Heilig and others were conceiving essentially passive television eyeglasses – a simple stereoscopic television worn on the head like a mask – others were already seeking to introduce the first form of interactivity into immersive viewing systems which would modify the image (the frame and the field of view) in accordance with movements of the user’s head, thereby joining kinaesthetic immersion with spatial immersion.

In 1961, William F. Bradley, an electrical engineer working at the radio and television manufacturer Philco, filed a patent application for a “remotely controlled remote viewing system.”^[1] This system made it possible to control a camera from a distance by means of movements of the head. The headset, which resembled a football helmet but which was more like what American air force pilots wore at the time, was connected remotely with a video camera so that movements of the head in the three degrees of freedom, on the x, y and z axes, were measured and reproduced in a similar device which determined the camera’s movements.

The “coupling” of the head and the camera could be carried out in two ways: electro-mechanically, by means of an articulated metallic structure attached to the headset and incorporating three angle sensors (“angle-sensing means,” a potentiometer or synchro-transmitter) (fig. 4 of the patent application); or electro-magnetically, by installing on the headset two “sensing coils” and,



Illustrations taken from the patent application of the Remotely Controlled Remote Viewing System (William E. Bradley, 1961). [See database entry.](#)

in the room in which the user was located, a “reference structure” with three pairs of “induction coils” attached to the walls, the ceiling and the floor (figs. 12 and 13 of the patent application). The camera, for its part, was mounted on a universal joint suspension with three articulated arcs (“gimbal sections”), three synchro-receivers and three motors, which made rotations on three axes possible (figs. 7, 8 and 9 of the patent application).

The transmitted image was conveyed to the user by means of a semi-reflecting “half-tone mirror,” making it possible to see both the virtual and the real, the surroundings captured by the camera and the immediate surroundings of the user, as in a head-up (or HUD) display or in an augmented or mixed reality system.

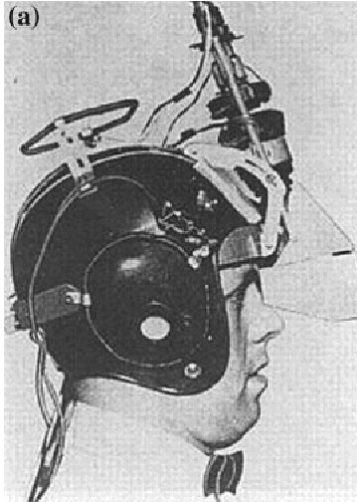
This system also made it possible to couple an observer with several cameras, such as a principal interactive camera and two secondary moored cameras, and to juxtapose these three images in a single image to allow the pilot to see several points of view all around the airplane at the same time.

Finally, the system can also join two users and one camera in order to share the image while superimposing two interactive yet asymmetrical perspectives: the “principal observer” chose the point of view and the “secondary observer” was able only to reframe slightly.

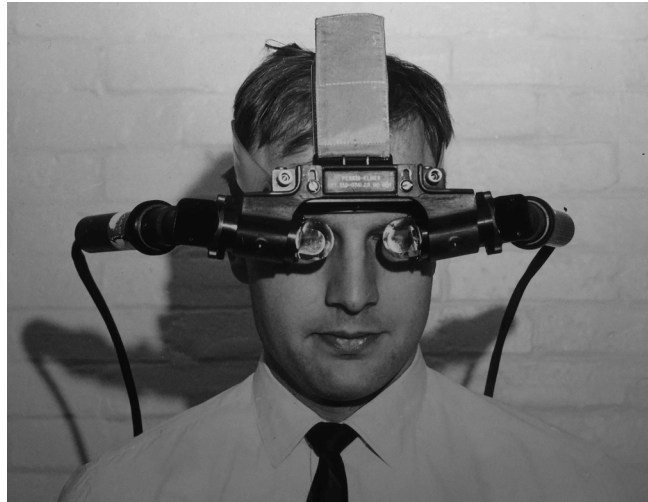
In principle, it is hard to see these latter combinations as having a great deal of interest. The text of the patent application gives an idea of the project’s aesthetic program: the goal, it states, is to reinforce the “feeling of realism,” the “subjective feeling of being present at the remote pick up.”^[2] But the text is reserved about the invention’s possible applications. At the same time, the examples given are significant: the text mentions “complex tasks” carried out *remotely*, like landing a supersonic airplane or piloting a plane, ship, submarine or tank.

It may seem surprising that an electrical engineer who did research for one of the largest American producers of radios and television sets suddenly became interested in the remote piloting of airplanes. It helps to know that during the Second World War Bradley worked with the Massachusetts Institute of Technology to develop a radar system for the American army. From 1955 to 1957, at the height of the Cold War, Philco produced transistor computers for military aviation. And in 1957 Bradley took a long, ten-year leave from Philco to sit on the President’s Science Advisory Committee (PSAC), which advised Dwight Eisenhower on defence matters and in particular on the development of a space program and of intercontinental ballistic missiles; and to work with the Institute for Defense Analyses in its famous Advanced Research Projects Agency, which promoted the development of innovative military technology. It was precisely during this period that Bradley filed the patent application for his “remotely controlled remote viewing system.”

In 1968 Ivan E. Sutherland, after two years of work, finished work on a “head-mounted three-dimensional display,” seen today as the “first virtual reality headset” (in the official version of this story).



(a) Photograph of the prototype of the Remotely Controlled Remote Viewing System, conceived by William E. Bradley. [See database entry.](#)



Photograph of Quintin Foster wearing the head-mounted three dimensional display. [See database entry.](#)

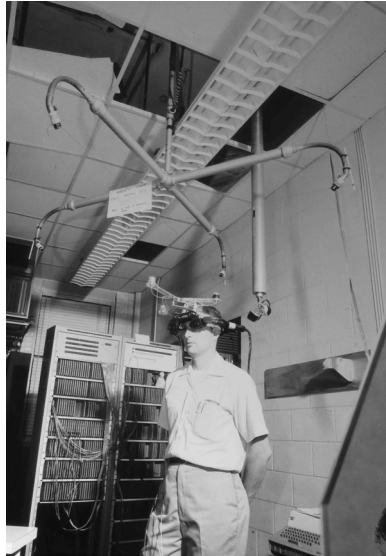
In the article which introduced this system (no patent application was filed), Sutherland described the goal of his research:

The fundamental idea behind the three-dimensional display is to present the user with a perspective image which changes as he moves... The image presented by the three-dimensional display must change in exactly the way that the image of a real object would change for similar motions of the user's head.^[3]

This system was similar to that of Bradley (although Sutherland mentions it nowhere). It included two cathode-ray tubes and a binocular interface, but nevertheless was not stereoscopic: "Although stereo presentation is important to the three-dimensional illusion, it is less important than the change that takes place in the image when the observer moves his head."^[4] The image appears to be three-dimensional without being so, simply because it is interactive; it is spatial because it is kinaesthetic. Sutherland, moreover, speaks of a "kinetic depth effect."^[5]

Movements of the head and transformations of the image were coupled by means of two systems for following movement, similar to those of Bradley. The first was *mechanical*: a metallic arm was attached to the ceiling with a sliding central section which made possible vertical transference movements at high altitude, with two universal joints which enabled all the other rotational and transference movements. The second system was *ultrasonic*: three transmitters were mounted on the headset of the user and four receivers were mounted on a cross-like structure attached to the ceiling, making it possible to measure the changes of phase, meaning the changes of position, between the head and the reference system.

Sutherland, however, introduced two essential innovations. Whereas Bradley's system was still electro-magnetic, Sutherland's was already computerized. And while Bradley's images were natural, captured by a video camera, in Sutherland's case they were synthetic, being generated by a computer. When magnified, these images took simple, geometric and transparent "wireframe" forms in a forty-degree field of view.



Photograph of Quintin Foster wearing the head-mounted three dimensional display. [See database entry.](#)

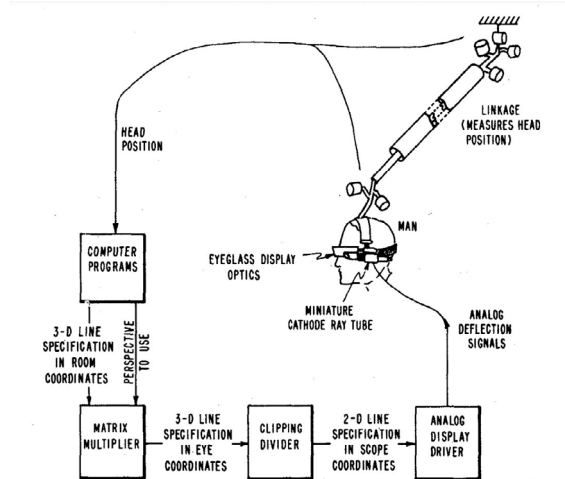


FIGURE 1—The parts of the three-dimensional display system

Diagram showing the functioning of the apparatus invented by Ivan E. Sutherland in 1968. [See database entry.](#)

Next, Sutherland’s system made it possible to move one’s head, not only in accordance with the usual three degrees of freedom – the *rotational* movements of roll, pitch and yaw – as in Bradley’s system, but also in accordance with three supplementary degrees of freedom – the movements of *transference*: surge, heave and sway. This headset system followed the movements of the head but also to a certain extent those of the body. The user had a “field of motion” of six feet (180 cm) in diameter by three feet (90 cm) high. He or she could approach the visual form, look at it from every point of view, see every side of it – above, below, left and right – and also turn around and look in every direction. For that was Sutherland’s program: “Eventually we would like to allow the user to walk freely about the room.”^[6]

No doubt this is why the system showed two kinds of images, inviting two kinds of exploration, centrifugal and centripetal: an object around which the user could walk, such as a cube; and an environment in which the user could circulate, such as a room. Some forms were representational, in the form of everyday objects such as “a house with a chimney,” while others were more abstract and suggested a different scale, such as a “cyclohexane molecule.”

The question was thus not merely to synchronize the movements of the head with those of the camera. It was a matter of modifying the image – the appearance of the objects depicted – dynamically in real time (or almost: in a few microseconds), by connecting the coordinates of the head and the body with those of the geometric form (x , y , z and w , the latter coordinate measuring the scale, meaning the distance between the point of view and the form) in order to align the two points of view according to a shared reference system which Sutherland called “the room coordinate system.”^[7]

It is interesting to note that this “earliest virtual reality headset” was in fact also an *augmented* reality system. In Sutherland’s system, as in Bradley’s, the image was relayed by a half-silvered



A video clip is available [online](#).

Screenshot from a demonstration of Sutherland's virtual reality headset.
[See database entry.](#)

mirror, enabling the user to see “both the images from the cathode ray tubes and objects in the room simultaneously”: “Thus displayed material can be made either to hang disembodied in space or to coincide with maps, desk tops, walls, or the keys of a typewriter.”^[8]

The work of Sutherland and his team, begun in 1966-67 at the Lincoln Laboratory at MIT and continued at Harvard University, was funded “in part by the Advanced Research Projects Agency (ARPA) of the Department of Defense under contract SD 265, in part by the Office of Naval Research under contract ONR 1866(16), and in part by a long-standing agreement between Bell Telephone Laboratories and the Harvard Computation Laboratory.”^[9]

.....
^[1] William E. Bradley, *Remotely Controlled Remote Viewing System*, US Patent 3205303A, filed 27 March 1961, and issued 7 September 1965. Available on [Google Patents](#).

^[2] *Ibid.*

^[3] Ivan E. Sutherland, “A Head-Mounted Three Dimensional Display,” *Proceedings of the December 9-11, 1968, Fall Joint Computer Conference, American Federation of Information Processing Societies* (New York: Association for Computing Machinery, 1968), 757-64, <https://doi.org/10.1145/1476589.1476686>.

^[4] *Ibid.*

^[5] *Ibid.*

^[6] *Ibid.*

^[7] *Ibid.*

^[8] *Ibid.*

^[9] *Ibid.*