

「まだ実現不可能」なものを実現化

ピーター・フレッチ

拡張現実（AR）技術の飛躍的な進歩に伴い、現実の世界にデジタルオブジェクトを表示させるヘッドセットの開発が進んでいる。つまり、近くにある物体にも遠くにある物体にも、自然に焦点が合って、手の届く距離でAR物体とインタラクション（やり取り）を行う体験が可能になる。

過去10年間にわたり、拡張現実（AR）、仮想現実（VR）、複合現実（XR）のロードマップに沿った進歩は、本来、非常にゆっくりと進むものであり、そのわずかな進化でも将来の夢を構想できたのである。

従って、真の進化の到来は、喜びに値するものだ。次はその一例である。ARゲーム用のホログラフィック・ディスプレイ技術を開発する英ヴィヴィッドキュー社（VividQ）と、導波路を設計・製造するフィンランドのディスプレイックス社（Dispelix）は協働し、ユーザーの環境内で同時に深度変化させて3Dコンテンツを正確に表示できる「導波路コンバイナー」を設計・製造することになった。

現在市販のARデバイスは、装着者から離れた、手の届かない位置に固定して画像を表示するため、インタラクションが制限され、輻輳調節競合（VAC）や眼精疲労につながる。

「ARを一般市場に普及させるためには、ユーザーが長時間、吐き気や眼精疲労を引き起こさずに操作できる没入型ARエクスペリエンスを提供する必要がある。可能な限り軽量で、現実の世界とデジタル世界をシームレスに融合できるヘッドセットを購入できるようになるだろう」と、ヴィヴィッドキュー社のCTO（最高技術責任者）であるトム・デュラント氏（Tom Durrant）は述べている。「このような体験を実現する

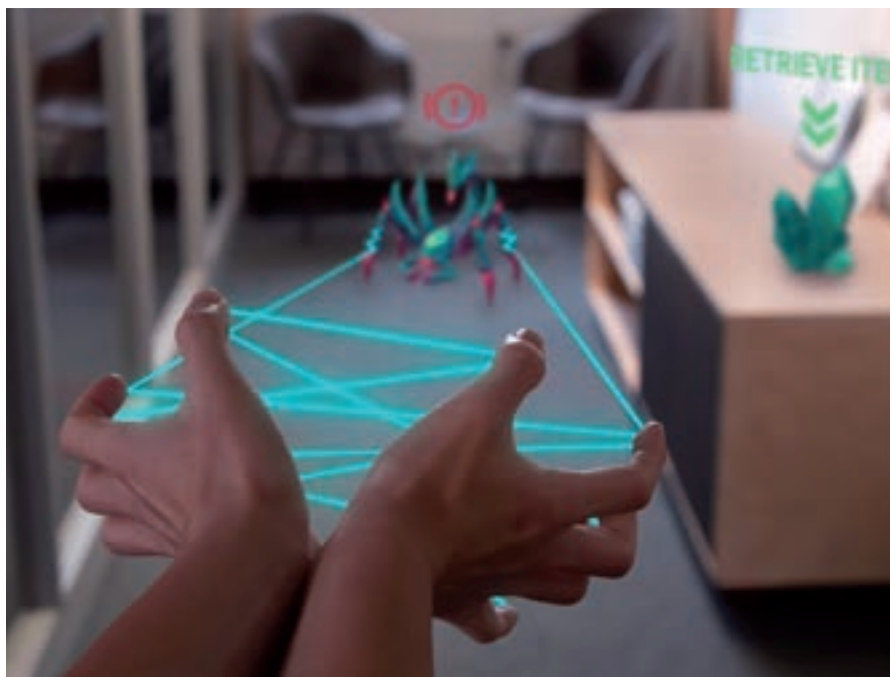


図1 現実の世界に正確に配置された物体と、手の届く距離でインタラクションできる体験を表すコンセプト画像

には、手の届く距離にある3Dのデジタルキャラクターやデジタルオブジェクトと、自分の周囲（机、室内、屋外）にある他のオブジェクトとのインタラクション機能が必要だ。消費者向け製品でこのようなインタラクションを実現するためには、ホログラフィーが唯一の現実的な技法である」。

導波路コンバイナーの考察と理解

導波路は、ARヘッドセットの前面部を軽量でありながら従来の外観を維持できるため、ARヘッドセットを普及させるために必要なものだ。現行の

導波路は、瞳孔複製法を用いて小型ディスプレイパネルやアイボックス（射出瞳）から画像を取り込み、ユーザーの目の前に小さな画像の複製を格子状に配置して画像を拡大する。ARを装着しやすい、人間工学に基づいた、使いやすいものにする一方で、小型のアイボックスをユーザーの瞳孔に合わせるのが非常に難しく、その結果、ユーザーの視線が画像から外れてしまうことがある。

この仕組みには、ユーザーに合わせて正確にフィットするヘッドセットが必要とされる。しかし、瞳孔間距離



図2 既存の導波路は、入射光線が平行であることを前提としており（つまり2次元画像）、構造体内で跳ね返る光はすべて同じ長さの経路をたどる必要がある。このため、発散光線を追加（3次元画像）すると、入力された3D画像のどこから光線が発生したかによって、光線の経路はすべて異なるものになる。これは大きな問題で、抽出された光はすべて異なる距離を移動したことになり、左の画像に示すように、複数の部分的に重なる入力画像の複製がばらばらの距離で見えてしまうことになる。この状態では、どのような用途にも使用できない。しかし、右の画像に示すように、新しい3D導波路コンパイナは、発散光線に適応し、画像を正しく表示できる

(IPD)はユーザーによって異なるため、アイボックスに合わせることは非常に困難だ。ディスプレイの視野角(FOV)を最大化するにはアイボックスを小さくしなければならない、という根本的なトレードオフがあるが、画像を複製すれば、ユーザーが視聴できる画像を拡大できる。この複製技術によってアイボックスを非常に小さく設計でき、同時に視野角も最大化できる。

さらに、導波路は入射光線が平行であることを前提としており（つまり2次元画像）、構造体内で跳ね返る光はすべて同じ長さの経路をたどる必要がある。このため、長さの異なる発散光線を追加（3次元画像）すると、複数の部分的に重なる入力画像の複製がばらばらの距離で見えてしまうため、問題が生じる。現在、AR体験に必要なアイボックスと視野角を確保するために、2Dディスプレイタイプのみでの使用に限定されているため、完全な没入型エクスペリエンスも得られず、吐き気や眼精疲労を引き起こす可能性もある。

ヴィヴィッドキュー社の3D導波路

は、2点の要素を兼ね備えている。1点は、標準的な瞳孔複製導波路の設計を改良したものであり、もう1点は、導波管による歪みを補正するホログラムを計算するアルゴリズムである。

協働事業

ヴィヴィッドキュー社とディスプレイス社はコラボレーションにより、デジタルコンテンツを物理的な世界に配置し、自然で快適なインタラクションが可能な没入型ARゲーム・エクスペリエンスを提供する。両社はまた、新しい3D導波路技術を量産準備に向けて開発するための商業パートナーシップの締結を発表した。この前進により、ヘッドセットメーカーはAR製品のロードマップを即時に開始できるようにする。

没入型ARエクスペリエンスを得るためには、物理的な物体と同様に、自然な距離範囲（10cmから光学的無限遠までの任意の距離）で3D画像に同時に焦点を合わせ、十分な視野角を確保する必要がある。導波路コンパイナ

は業界で一般的な手法で、AR画像をコンパクトに表示する。この次世代導波路と付随するソフトウェアは、ゲームなどの3Dアプリケーションに最適であり、世界中の消費者向けブランドによって市場の可能性が最大限に引き出されるだろう。

特許出願中の3D導波路コンパイナは、ヴィヴィッドキュー社のソフトウェアと調和して動作し、どちらもウェアラブルメーカーがウェアラブル製品のロードマップを構築するためにライセンスを取得できる。ヴィヴィッドキュー社のホログラフィック・ディスプレイ・ソフトウェアは、UnityやUnreal Engineなどの標準的なゲームエンジンで動作するため、ゲーム開発者は新しいエクスペリエンスを非常に簡単に構築できる。ディスプレイス社は、3D導波路を量産・販売していく。

「ウェアラブルARデバイスは、世界中で多大な可能性を秘めている。ゲームや業務用など、長時間没入する必要がある用途では、コンテンツが真の3Dであり、ユーザーの周囲に配置さ



図3 手の届く距離でデジタル世界とインタラクションできるシミュレーションゲームのコンセプト画像

れることが不可欠である」と、ディスプレイックス社のCEO兼共同創業者であるアンティ・スンナリ氏(Antti Sunnari)は言う。「これにより、吐き気や疲労の問題も解消される。このような画期的な3D導波路の設計・製造パートナーとしてヴィヴィッドキュー社と協働できることを大変光榮に思う」。

さまざまな用途への対応

おそらく現在のARの最大の市場であるゲームは、ユーザーそれぞれが異なる焦点深度で3Dアイテムとインタラクションを行い、長時間快適に操作できる必要がある。それがヴィヴィッドキュー社の技術で実現されるのだ。「この画期的な技術は、3D環境やオブジェクトを簡単かつ直感的に体験できることを前提としたメタバースが開発途上にある今、特にタイムリーなものだ」と、デュラント氏は述べている。「ARには、他にも多様な用途があり、3Dオブジェクトと、気分が悪くなっ

たり不快を感じたりせずに自然に集中できる性能が求められる」。

ARヘッドセットは、使いやすく、長時間装着しても快適であることが必要だ。これを実現するのがコンピュータ生成ホログラフィーであり、輻輳調節競合や眼精疲労といった、他のディスプレイ技術では回避できない影響を克服できる。

「導波路は軽量であり、コンパクトな光学エンジンで人間工学に基づいたデバイスを製造できるため、AR業界では好評だ。当社の導波路には最適なサイズのアイボックスを搭載しており、頭のサイズや瞳孔の位置を調整する必要がないため、ヘッドセットを簡単に装着でき、すぐにプレイを開始できる」と、デュラント氏は言う。「さらに、視野角を広くさせ、大きな3Dホログラフィック領域と、ディスプレイ周辺部に広がるさらに広い2D領域を兼ね備えているため、理想的な没入型ARエクスペリエンスが実現する」。

不可能の克服

この没入型ARを実現するためには、まず制限を把握し、それを回避する方法を検討しなければならなかった。「その道筋を見極めた上で、光学とソフトウェアの研究者と技術者からなる学際的なチームが、1つずつ順番に解決していったのだ。単なる光学的な問題と見なすのではなく、ハードウェアとソフトウェアが連動するように調整することで解決している」と、デュラント氏は述べている。

ヴィヴィッドキュー社は、理論的に解明すると、市販の導波路でその理論を実証できた。しかし、その機能を最大限に発揮させるためには、仕様通りの製品を正確に開発できるパートナーとの連携が必要であり、まさにその点がディスプレイックス社の得意とするところだ。

ARヘッドセットを無線接続にするためには、電源や演算処理に課題があり、快適性やサイズに加え、プレイできる時間にも影響を及ぼす。しかし、AR技術はゲーム分野に取り込まれつつあることから、電源や演算処理の課題は必ずしもARヘッドセットだけで克服しなくてはならないというわけではない。「第一世代のヘッドセットは、PCやゲーム機と有線接続するため、最新のGPUが有する優れた演算能力を効果的に活用できる」とデュラント氏は言う。「次世代のヘッドセットは無線接続になり、室内のどこでも、屋外でも使用できるようになるため、ARゲーム市場を活性化させるだろう。当社は多大に技術的課題を克服してきた。そういった技術を用いて、現在世界をリードするOEM企業やODM企業が、魅力的な製品やエクスペリエンスを市場に投入できるようになるだろう」と、同氏は続けた。