

第4巻第3号

Methods

マウザーのテクノロジー・ソリューションマガジン



没入型技術

The image features a person's face wearing VR goggles. The goggles' lenses display various digital data overlays, including a line graph, a bar chart, and a circular gauge. The background is a dark blue gradient with floating digital elements like a world map, a circular gauge, and a waveform. The overall theme is immersive technology.

目次

- 3** はじめに: 深い没入感へ
by Paul Golata
- 5** 現実世界に浸透する没入型テクノロジー
by Adam Kimmel
- 11** 観客を参加者にする没入型テクノロジー
by Jon Gabay
- 19** 没入型技術はあまねくテクノロジーの融合に依存
by Traci Browne
- 25** 仮想空間で暮らし、働き、学ぶ
by David Freedman
- 31** Zoomを超えて: 没入型コラボレーションによる次世代会議
by David Freedman
- 33** 没入型技術が製品開発と購入体験を変える
by Carolyn Mathas and Jon Gabay
- 39** 仮想世界を実現する3Dサウンド
by Jon Gabay
- 45** VR空間で行うコラボレーションの未来
by David Freedman

MouserおよびMouser Electronicsは、Mouser Electronics, Inc.の登録商標です。その他、記載されている製品名、ロゴ、および会社名は、それぞれの所有者の商標または登録商標である場合があります。本誌に記載されているリファレンスデザイン、概念図、およびその他の画像は、情報提供のみを目的としています。

記事執筆

Adam Kimmel
Jon Gabay
Traci Browne
David Freedman
Carolyn Mathas

技術監修

Paul Golata
Joseph Downing
Christina Unarut

デザイン制作

Robert Harper

協力

Kevin Hess
マーケティング担当シニアバ
イスプレジデント

Russell Rasor
サプライヤーマーケティング
担当バイスプレジデント

Jack Johnston, ディレクター
マーケティング・コミュニケー
ション

Raymond Yin, 担当ディレク
ター
テクニカルコンテンツ

はじめに：深い没入感へ

Paul Golata

飛ぶのは今だ

覚悟は決まった。もう後には引けない。私は身を宙に投げ出すと、空高く舞い上がった。眼下に世界がみるみる広がってゆく。高揚感で胸が震える。その瞬間のことだった。ザブーン！ 衝撃が走る。今度は、奈落のような暗い水底へと沈んでゆく。水圧がかかる。少しずつ、ゆっくりと水面に向けて浮上をはじめめる。もうすぐ水面だ。ああ、助かった。

おそらく多くの人がこんな経験をしたことがあるのではないのでしょうか。プールサイドに立ち、飛び込もうかどうしようか悩む。そしてついに覚悟を決めて、飛び込む。次の瞬間、プールの中に潜り、日常の環境とは異なる水中の世界に完全に没入する。

マウザー・エレクトロニクスは、没入型技術の進歩を通して、お客さまのイノベーションを推進します。没入型技術は、人間の知覚経路に変化を与え、人間が非物理的な世界で仮想的に存在できるようにします。本物のように感じられる、まったく新しい現実感を生み出す技術です。没入型技術は、拡張現実 (AR)、クロスリアリティ (XR)、複合現実 (MR)、仮想現実 (VR) を活用して、人間の知覚体験とコンピュータ・デジタル情報を融合し、まだ見たこともない新たな環境を創造します。このテクノロジーによって、物事を認識するということの意味が見直さ

れ、人間と機械の対話やその関係が大きく変わると言われています。

今後、企業が成功するためには、プロセスを見直して、優れた没入型技術を導入し、活用する必要があります。この革新的なテクノロジーにより、人間の創造力と意識は新しいアプリケーションと市場を切り開いてゆくことでしょう。本誌では、この新しいテクノロジーの定義と概要について説明し、そこから、客観的現実と主観的現実の関係について探っていきます。また、このテクノロジーを活用し、仕事、教育、日常生活を大きく向上させるために必要とされる技術についても説明します。さらに、体験する、触れる、聞く、感じるといった動的な手段について述べ、最後に、設計エンジニアがどのようにこのテクノロジーに対応していかなければならないかを考察します。

マウザー・エレクトロニクスは、今日に至るまでお客様が直面するさまざまな課題を解決し、多種多様な設計ニーズをご支援してまいりました。本誌にはその詳細が記されておりますので、ぜひ各記事をご覧ください。次世代の没入型技術の実現においても、マウザー・エレクトロニクスがお客様の設計ニーズにお応えできる絶好のパートナーであることがご理解いただけることと思います。 **M**

執筆者紹介



Paul Golataは、2011年マウザー・エレクトロニクスに入社。シニアテクノロジースペシャリストとして、戦略的リーダーシップ、計画の実行、全体的な製品ライン、高度技術製品に関するマーケティング指導などを通じてマウザーの実績に貢献。また設計技師に電気工学の最新情報やトレンドを伝えるため、ユニークかつ貴重な技術コンテンツを配信し、マウザー・エレクトロニクスの理想的な企業としての地位強化にも貢献している。



現実世界に浸透する没入型テクノロジー

マウザー・エレクトロニクス アダム・キンメル

あなたは「現実」をどう定義するだろう。現実の概念を表面的に理解するのはやさしい。それは自分の周りの世界、自分の目で見えるもの、感じるものすべてだ。現実とは、簡単に言えば、存在するものである。

少なくとも、長い人類の歴史を通じて現実はそのように捉えられてきた。しかし、モノのインターネット (IoT)、スマートデバイス、5Gの急速な普及によって現実の前提は変わった。常に予測可能な世界から、絶えず進化するリアル体験とバーチャル体験の世界となったのだ。私たちは物理的現実を見たり、感じたりしているが、それは全体のほんの一部にすぎない。物理的現実と没入型／エクステンド・リアリティ (XR) がバランスよく融合したことで、より充実した新しい体験を生み出せるようになった。

没入型現実には主に3つの種類がある。

- ・ 仮想現実 (VR) : デジタルだけの世界に没入した感覚になれる、完全なシミュレーション環境。
- ・ 拡張現実 (AR) : デジタルの画像と体験を追加して強化された物理的環境。スマートフォンのカメラを使ってARを体験することが多い。
- ・ 複合現実 (MR) : 物理的なオブジェクトとデジタルなオブジェクトが相互に影響し合う環境。MRは、ARとVRの長所と利点を活かしてユーザー体験を最適化する。

スマートフォンの普及に伴い、ARとMRはたちまち人気となった。2018年～2023年までの調査をまとめた[2021年Statista市場レポート](#)は、没入型技術について次のような洞察を紹介している。

- ・ 没入型テクノロジー市場の世界売上高は、2020年の時点で63億米ドルに迫っており、今後5年～10年間は飛躍的な成長が続くと予測される。
- ・ VRは、成長率が2020～21年の42%から2022～23年の10%と頭打ちとなってはいるものの、この中で最大の市場規模を占める。
- ・ モバイルARは、AR/MR現実テクノロジーを合わせて37億米ドル、残りの26億米ドルはVRである。
- ・ ARとMRは急速に成長しており、MRはIoTの普及と共に飛躍的な伸びを示している。

カメラ以外で没入型体験をするには、主にXRヘッドセットを使う。XRデバイス内には計算・処理素子、アクチュエータ、センサなどのコンポーネントが搭載されている。これらのコンポーネントが2つの世界をつなぎ合わせ、人類の恩恵となる変革技術の適用を可能にしている。人と社会に恩恵をもたらすXRの用途例には、子ども用の安全で擬似的な社会的交流環境の提供や、恐怖心、痛み、不安などの病気の治療支援などがある。XR

は、医療分野だけでなく、スマートシティやコネクテッド街灯から、宇宙旅行支援まで、さまざまな用途で私たちの利便性を高めてくれる。

仮想的な世界と物理的世界が交わることで、人類をより良い方向に変えることができる。以下では、XRの各テクノロジーについて説明し、シグナルチェーンコンポーネントがどのようにこの革新的な技術を可能にしているのかについて概説する。

没入型テクノロジーの枠組み

XRは、その技術が1957年に発明されて以来、科学界と消費者市場を魅了してきた。その後、かなり経ってから、科学者はこの技術を「仮想現実」(1975年)、「拡張現実」(1990年)と名付けたが、コンピューターとテクノロジーで人類の体験を向上させる夢への取り組みはすでに進められていた。

シグナルチェーンとは何か、そして処理要素がどのようにしてこの体験を実現するのかを理解するには、没入型テクノロジーの枠組みを定義するのがいいだろう。

物理的現実

物理的現実とは、テクノロジーがデジタルなオブジェクトを描くためのキャンバス、と考えると一番わかりやすい。私たちは五感をすべて使い、周囲の世界に応じて



瞬時に正確なフィードバックを得る。フィードバックは、ユーザーが予測できる範囲にガードレールを取り付けるようなイメージだ。

物理的現実の例：角を曲がる

ひとつ簡単な例として、食料品店でショッピングカートを押しながら角を曲がることを想像してみよう。ある買い物客が何かに気を取られながら角を曲がろうとして、うっかり陳列棚の角にぶつかってしまった。しかし、この買い物客はすぐにカートをバックさせ、回転半径を修正してうまく角を曲がった。

この行動を可能にしたのが、回転半径が足りない、という陳列棚からのフィードバックだ。角を曲がるために必要な対応をすばやく正確に促す情報である。物理的現実には一定であり、デジタルの許容範囲の影響を受けないため、瞬時にフィードバックが得られる。さらに棚は固定されているので、どのタイミングでもその位置は問題にならない。

物理的なオブジェクトの位置と大きさは、デジタルな現実を創造するための重要なインプットとフィードバックであり、物理的現実には五感すべてが関わっている。このように設定された枠組みと定義されたキャンバスを用いて、プログラマは物理的環境内で物理的環境からのデジタル体験を生み出すことができる。

仮想現実 (VR)

仮想現実とは恐らく最もよく知られている没入型体験だろう。VRは、これまで物理的、経済的、時間的な制約から絶対にできなかったことを体験する機会を人に提供し、人の体験を豊かにする技術である。そして、できるだけ多くの五感をシミュレートし、完全な没入体験を提供する。

VRの例：格闘ゲーム

VRが作り出す完全なシミュレーション体験によって、2,000年前の古代ローマの円形闘技場で剣闘士試合を一日中観戦することもできる。ゲームは感覚を刺激し、視覚、聴覚、嗅覚、触覚による体

験をもたらす。勇敢なユーザーであれば、当時の状況を忠実に再現した試合に参加することもできる。

VRとARの主な違いの一つは、その環境でのユーザーの位置関係にある。ARでは、スマートフォンのカメラなどを使って物理的環境に視線を合わせてから、そこにデジタルなオブジェクトを重ねる。VRでは、通常、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) を使って、デジタル環境内でデジタル的に設定された視界を展開する。ユーザーの視線の動きに応じて視界を変化させるため、データを論理的かつ迅速に受信、処理、分析、返送することが極めて重要である。これをうまくやればやるほど、より自然な視覚体験になる。

拡張現実 (AR)

ARはコネクテッド技術の進歩が光るところである。Googleマップ、アメリカンフットボールの黄色いファーストダウンライン、ポケモンGOなど、すでに私たちの日常生活に浸透しているARは、ユーザーが見ているものにデジタル的な機能やオブジェクトを追加して、視覚情報を強化する。

このテクノロジーを成功させる秘訣は、デジタルなオブジェクトがもたらす体験上の違いという点で、いかにユーザーに寄り添うかである。たとえば、試合中に表示されるファーストダウンラインは、観戦の邪魔にならないように控えめに表示する必要がある。ポケモンや地図の交差点はよく見えた方がいいので、はっきりと目立つデジタルなオブジェクトが求められる。

ARの例：天体観測

天体ファンは、ARを使って夜空に広がる星座や惑星を観察できる。ARは、星がどれくらい遠くにあり、どのような軌道を描くか、星が生まれてから軌道を描くまでの経緯など、見ている星に関する情報を教えてくれる。ARを使えば、自宅でくつろぎながら本物の夜空でプラネタリウムを楽しめるし、あらゆるレベルの天文ファンのよくある質問にも答えてくれる。

ARは有益で楽しい機能を提供する。そうしたユーザー体験を高めるさまざまな新しいコネクテッド・アプリケーションは人気が高い。ARをうまく機能させるには、イメージキャプチャとマッピングが最も重要だ。これを正しく行えば、デジタルなオブジェクトは実際に存在する物理的なオブジェクトのように、自然に感じられる。

複合現実 (MR)

没入型テクノロジーの経験豊富な開発者やユーザーでさえ、MRとARについては同じように定義している。物理的なオブジェクトと仮想的なオブジェクトを結合する場合、MRでは物理的世界にデジタル的要素を重ねるのではなく、両者を相互作用させる。Statistaのレポートによると、この相互作用の実用性が推進力となり、MRの対前年比成長は過去最高となった。MRとARの主な違いを示すため、CAD設計の例を考えてみよう。

MRの例：品質管理

産業用IoTに焦点を絞った場合、MRを生産プロセスに適用すると、機械に十分な耐性があるか判断し、仕様の妥当性を検証できる。品質管理技術者は、部分的な物理部品に完成部品の形状を投影し、寸法が正しいかどうかを予測できる。プロセスの早い段階でこのレベルの予測精度を達成することで、廃棄率を下げ、スループットを上げることができ、運営効率を改善してコストを削減することができる。MRは遠隔地にいる整備士に詳細な修理プロセスを指示することもできる。

MRは大きな変革をもたらし、かつてないほど人間と機械の間のギャップを埋める可能性がある。VRやARと同じように、MRでも望ましい結果を達成するには、物理的なオブジェクトの正確な位置情報とデジタルなオブジェクトの応答時間が極めて重要だ。

シグナルチェーン・コンポーネント

没入型テクノロジーは人類に広範囲にわたる恩恵をもたらす。ただし、それはこのテクノロジーが提供できればの話である。材料調達のサプライチェーンと同様に、シグナルチェーンはXR体験を提供するコンポーネントのネットワークとその順序で構成されている。処理能力／熱管理、ビジュアルディスプレイ／照明、コネクティビティ、およびモーショントラッキングは、没入型テクノロジーの力をフルに開放する足枷となっている。

処理能力／熱管理

ディスプレイの負荷が高まるにつれ、デジタル機能の提供に必要な電力要件も高くなる。電力密度の高い熱管理とプロセッサを統合すれば、要件を満たしながら優れた没入体験を実現できる。さらに、増加する処理熱負荷を十分に冷却して、装置の故障からユーザーを守らなければならない。医療や介護の分野では特にそうだ。データセンター用の冷却装置市場は、処理とチップの冷却ソリューション開発を促しており、これがXRにも役立つ可能性がある。

ビジュアルディスプレイ／照明

視覚は没入技術で最初に引き込む感覚であるため、ディスプレイの品質は極めて重要だ。視界をリアルからバーチャルへ（そしてバーチャルからリアルへ）巧みに切り替える照明を備えたディスプレイは、ユーザーが求める革新的な体験を提供する。高解像度カメラはますます本物に近い体験を提供するようになっていく。現実とデジタルの照明のバランスを取ることで、2つの世界の境界をなめらかにすることができる。スマートフォンとディスプレイのメーカーはこのコンポーネントの開発を進めている。

コネクティビティ

コネクティビティの分野で最大の変革を起こすのは5Gだろう。データにアクセスし迅速に分析するための処理能力では、コネクティビティは問題にならない。リアルな環境を提供するデータの量は、システムがユーザーに送信するデータ量が増えれば増加する。高速・低遅延の5Gにより、ユーザーの行動へのリアルタイム応答が不可欠となるアプリケーションで、XRの実用化が進むだろう。5Gの大規模な展開により、データ分析を中央ハブから切り離し、機器レベル（エッジ）で

もっとデータを処理できるようになる。エッジ処理によりデータを送信する時間と距離が短縮されるはずである。

モーショントラッキング

視覚パターンと動作の微妙な変化を没入型テクノロジーで再現するには、ユーザーの動きを高感度で検知できなければならない。センサは環境からデータを収集し、アクチュエータは人間の反応を記録し伝送する。これらの開発、特にセンサの開発は、自律走行車技術によって牽引されている。物理的環境とデジタル環境の正確な相互作用を実現するには、センサが物理空間のマップを正確に作成し、アクチュエータが人間の行動をそのまま正確に伝送する必要がある。

まとめ

没入型テクノロジーのシームレスな統合は、明らかな恩恵をもたらす。この変革的な技術は、エンターテインメントを向上させ、製品開発、医療・手術、移動中の安全性、教育の質と深さなどを改善することにより社会に貢献する。次の分野の開発がこの統合を後押しするだろう。

- データセンター業界の処理能力と冷却技術

- ・ スマートフォンおよびディスプレイ・メーカーによるディスプレイ・照明技術
- ・ 5G関連メーカーおよびネットワークサービス事業者によるコネクティビティ技術
- ・ センサおよびアクチュエータ・メーカーによるモーショントラッキング技術

これらのテクノロジーはどれも没入型テクノロジーの成長の足枷となるリスクがある。市場レポートが予測しているような飛躍的進歩を実現するには、各分野で協力して開発と成長に取り組む必要があるだろう。しかし、XRの向上で人類が手にする恩恵を考えれば、その取り組みは確かに投資に値する。 **M**

AD-FXTOF1-EBZ 3D ToF開発キット



[mouser.com/adi-ad-fxtof1-ebz-kit](https://www.mouser.com/adi-ad-fxtof1-ebz-kit)



執筆者紹介

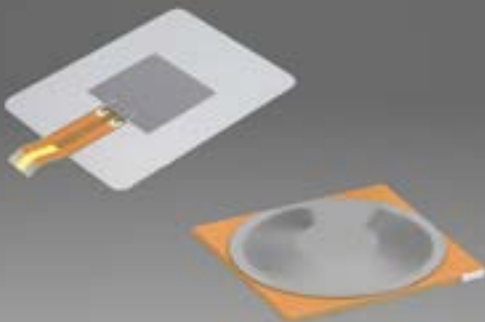


Adam Kimmelは、約20年にわたりエンジニア、研究開発マネージャー、技術記事ライターとして活躍。執筆分野は、自動車、産業/製造、テクノロジー、エレクトロニクス市場に関するホワイトペーパー、ウェブサイト広告、ケーススタディ、ブログ記事などに及ぶ。キンメルは、化学工学・機械工学で学位を取得。現在、エンジニアリング・テクノロジー関連記事制作会社ASK Consulting Solutions, LLCの創立者兼代表。



画像元: "HQUALITY / stock.adobe.com"

PiezoHapt & PowerHap アクチュエータ



mou.sr/3vdyYK3

 TDK

第11世代Core™ Uシリーズ プロセッサ



mouser.com/intel-u-series



観客を参加者にする没入型テクノロジー

マウザー・エレクトロニクス ジョン・ゲイベイ

より現実近く

人類は言葉を話す前から、身振り手振りで情報を伝え理解していた。やがて炭を使い、ペンや鉛筆を手にとって文字や絵をかくようになり、はじめて、明確で具体的な情報を伝え、知識やニュース、体験を記録として残せるようになった。しかし、創造と表現の物語はそこで終わらなかった。私たちは今、音響・映像技術から双方向型通信技術まで、さまざまな方法で体験や知識を共有することができる。

テクノロジーが作り出した環境に没入するというアイデアは、実は新しいものではない。ステレオヘッドフォンを使うことも、ひとつの没入型テクノロジーの形と言える。たとえば、目を閉じて森の音や生き物の鳴き声を聞くだけでも、自然の中にいるような気分になれる。ビデオも映画も部分的には没入環境だが、まだ現実から遠く感じられる。しかし、システム設計、ディスプレイ技術、オーディオ技術、そしてミックスド・シグナル・デジタル技術の進歩により、私たちは情報の受け手から作品の参加者になろうとしている。

課題を克服

視覚的没入デバイスとして最初に登場したのはビデオヘッドセットだった。Stunt Masterなどの初期の製品は、せいぜい目を覆う解像度の低いモニター程度のもので(図1、左)、解像度がVGAの4分の1(320x240)しかなく、頭

に着ける一人用のディスプレイにすぎなかった。ヘッドトラッキング、双方向性、ビルトイン・オーディオも組み込んでいなかったが、これが発端となってウェアラブル技術の人間工学および視覚面での開発が始まった。初期のユーザーインターフェイスはよく考えられていたが、あまり効果的でなかった。たとえば、赤外線感知グローブは、コンピューターとレスリーバで手の動きを検知し理解するしくみだった(図1、右)。

もう一つ障害となったのがメモリチップとモジュールだった。当時のメモリチップとモジュールは今の基準からすると低速で密度が低く、3D画像を保存できる深さもなかった。そのためヘッドトラッキングは実際には使用できず、エネルギー管理も今のレベルになかった。

今、この技術がようやく進歩し、実現の入口までやってきた。テクノロジーが作り出した環境への没入を日常の現実世界でうまく活用すれば、個人や社会に利益をもたらすだろう。

期待できる現実世界での活用例

現在、当たり前のように受け入れられている多くの技術がそうだったように、基礎技術はしばしば防衛技術から生まれ、民間技術に発展する。たとえば、ブラウン管、テレビ、ラジオ、マイクロ波がこれに当たる。没入型テクノロジーでも、フライトシミュレーターなどの防衛訓練用の

技術が没入環境を生み出し、現在発展を遂げている。

今では単純に思えるこの技術が、3Dマッピングと3D表示、遠近感処理、メモリ管理、割り付け技術、シェーディングと光源処理、そしてリアルタイムの画像スティ



図1: 没入型テクノロジーの初期の製品は最小限の機能しかなかったが、よく考えられていた。Stunt Masterヘッドセット(左)の解像度はVGAの4分の1で、Lo-Fiスピーカーだった。赤外線(IR)グローブコントローラー(右)はストレイン技術で指の位置を測定し、IRLEDで手の動きとボタン押下を伝送した。(画像: マウザー・エレクトロニクス)





図2: 技術者と整備士は作業を始める前に、仮想マシンで複雑なアセンブリの組み込んだ細部を観察できる。これはトレーニングと実際の修理に役立つ。(画像: Gorodenkoff/Shutterstock.com)

タッチングとスクロールを生み出す先駆けとなった。さらに、この技術はマルチポートまたは冗長メモリブロックを採用し、一方のメモリブロックでビデオをリアルタイム再生しながら、もう一方を次のシーケンス用に更新する。

これまで多くのマニアがフライトシミュレーターを娯楽として楽しんできたが、現実世界における没入型テクノロジーの可能性は今ようやく明らかになりつつある。没入型テクノロジーは、ゲームの分野で手軽で人気の高い娯楽となっているが、重要な用途においても他の最新の技術と統合することで、実際に人命をも救えるようになるだろう。

たとえば、飛行機のエンジンに修理が必要な場合を考えてみよう。これまでは保守マニュアルを確認しながら修理するのが鉄則だったが、没入型仮想技術を使用すればこの作業をさらに改善できる。技術者は平面図、あるいは等角図やパラメトリック図を見る代わりに、目の前に浮かび上がったエンジンを見ることができる。エンジンを回転させ、仮想的に

分解し、中を直接見て、アクセスするリリースクランプやボルト、アセンブリの場所を確かめられる(図2)。インタラクティブに参照できる確かな仮想投影があれば、当然、自動車や電化製品など、実質的にどんな機械の修理手順でも改善できるし、理解しやすくなる。

これにセンサのデータと仮想画像を合わせると、もっと興味深いことが起こる。修理技術者はエンジンの中を見て欠陥のあるベアリングを見つけ、埋もれて見えないボルトにアクセスする方法を判断できるようになるのだ。

最も期待され、影響を与えると思われるのが医療分野だ。たとえば、MRI(磁気共鳴画像)の高解像度のスキャンデータがあれば、医師はあらゆる角度から患者の体内を撮影し、腫瘍を調べることができる。さらに内側が見えるように拡大表示することもできる。

双方向型の遠隔操縦機(図1、右のコントロールグローブより分解能が高いもの)と組み合わせると、ロボットツールを使っ

て、不安定な人間の手よりも正確に繊細な外科手術を行える。センサ(この場合は触覚フィードバック)と組み合わせると、腕のいい外科医なら組織を傷つけずに把持、引き、移動、縫合を行える(図3)。

このテクノロジーは遠隔手術も可能にする。たとえば、火星に向かう宇宙飛行士が百万マイル離れた場所においても、外科医は地球から手術ができる。外耳道の洗浄や閉鎖動脈のような簡単な手術も可能で、医師は無重力に適應する必要もない。とりわけ遠く離れた場所では、信号の遅延時間という課題がある。そのため、遅延時間や信号が途絶えた場合には、人工知能が動き動作を調整する。

没入型テクノロジーは、地上のどこにいても人命を救うことができる。猛吹雪の中でGPSに誘導してもらった場面を想像するといい。すべてが雪に覆われていると、どこが道で、どこが湖かがわからない。

しかし、センサと正確なGPSを組み合わせた没入型VRディスプレイなら、リアルタイムビデオに実際の道路を重ね、走行

すべき場所と走行してはいけない場所を示してくれる。この例で注目すべき点が二つある。一つは、人間の五感を凌駕するセンサデータを没入型体験に加えることで、人間の力だけでは不可能な高い能力が得られること。これがVRとARを組み合わせたときの違いである。

もう一つは、VRとARによって、命を救う仕事が遠隔地や仮想空間で実行できるという社会的利益がもたらされることだ。たとえば、爆弾処理を行うときに、多関節ロボットのような仮想実在装置を危険な場所に送り込んで、人の命を危険にさらさずに、慎重な作業を行うことができる。3D空間認識能力があれば、爆弾処理班はどんな2Dシステムよりもはるかに的確に空間を認識できる。

他にも原子炉のバルブを手動で閉めるような危険な作業も、2Dシステムだけで行うよりも安全かつ巧みに遂行できる。こうした精密な遠隔・仮想操作で鍵となるのは触覚フィードバックである。遠隔手術など、命にかかわる処置では、操作

者が力覚フィードバック技術によって対象物の感触を確かめられることが不可欠だ。シンプルな赤外線 (IR) グローブは、HaptX社の工業グレードモデル(図4)のような、マルチセンサおよびマルチアクチュエータを搭載するグローブに置き換わっている。

最近開発された興味深い技術に、グローブがなくても、ビデオに基づいてジェスチャを検出、認識、制御し、触覚フィードバックを行う技術がある。巧妙に配置されたビデオカメラを使って手の動きをモニターし、巧みな超音波インターフェイス技術で操作者に実際に触覚フィードバック(一種の超音波力場)を与える(図5)。

VR (仮想現実) と AR (拡張現実)

映画『ターミネーター』でサイボーグを演じたアーノルド・シュワルツェネッガーのように、現実に関心を持って見ると現

実から切り離されたように感じる人もいだろう。しかし、ARとVRにはそれぞれに適した役割がある。

一般に、ARではビデオが透明な画面に映し出される。このニーズを最適に満たすのが、いわゆる「有機発光ダイオード (OLED)」だ。各画素が発光点であるため、バックライトや走査型レーザーなしで画像をレンダリングできる。

3Dビデオを組み合わせたVRヘッドセットは、VRおよびAR体験に適している。ただし、VRヘッドセットでは、ステレオカメラのバランス調整など、悪条件下で現実世界が遮断される可能性がある。透明でコンパクトな仮想世界であれば、強烈な光や猛吹雪のホワイトアウトにも遮られない。

人間が五感で感じ取る前に、潜在的な危険を検知し警告できれば、間違いなく安全上のメリットになり、その範囲は人間の認識に限定されない。サーマルテクノロジーを使えば、熱を色分けして可視

図3: VRとARにより、医師は遠隔操作でも、人間の力では得られない精度と微妙な制御力を発揮して、繊細な外科手術を実施できる。(画像: Gorodenkoff/Shutterstock.com)



化できる。この技術を使えば、運転中、進路上にいる人や動物を、視界に入る前に確認できるようになる。紫外線カメラは肉眼では見えない細部を捉えることができる。

人の視覚範囲を無線周波数 (RF) からX線に拡張すると、診断および故障点検技術が大幅に向上する。宇宙、原子炉、潜水艦などの環境では、潜在的な問題が実際の問題となる前に見つけて修理できなければならない。

映像以外にも

ここからがおもしろい。人間が生き残るためには、視覚以外の感覚も必要だ。場合によっては聴覚は視覚と同じくらい重要だという人もたくさんいる。私たちは、見えない危険を立体音響聴覚で検知し、おおよその位置をつかむことができるから、人類として生き残っている。



図4：高精度センサが指と手の動きやジェスチャを正確に検知し、ハプティクス力覚フィードバック技術が触覚感受性と力制御を劇的に高める。(画像：HaptX)。

没入型テクノロジーと没入型体験では、聴覚が重要な役割を果たす。長い間、大半の人が満足していたステレオは、サウンドスケープ (音響風景) を正確に3Dレンダリングしていない。サラウンド音響技術として設計され、設置されているもの

もあるが、それもすべて追加スピーカーとサブウーファ次第である。これを室内に設置するのは簡単だが、ヘッドセットとなると至難の業だ。

デジタル信号処理アルゴリズムはステレオ音響情報を取り込み、サラウンド音響規格の特定のチャンネルを抽出する。そして合成されたトラックを増幅し、サラウンド音響スピーカーに適用する。さらにステレオとサラウンド音響の5.1ch、7.1ch、7.2ch、9.2chの間で相互に変換が行われる。

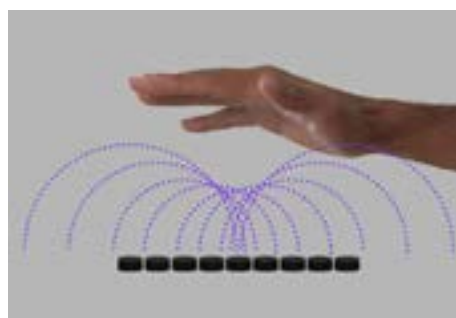


図5：高解像度ビデオカメラが手の動きをとらえる一方で、超音波エミッタが正確な位相制御を使って操作者に動きを感じさせる。(画像：マウザー・エレクトロニクス)

ここでテクノロジーの分化が必要になる。エンターテインメントでは、再現性が最も重視される。たとえば、サラウンド音響5.1chで録音されたものは、5.1chシステムで再生するのが一番だ。ARでは、3Dで感じて3Dで再現できることが重視される。ステルスミッションの兵士は、サーマルテクノロジーで敵を識別できるかもしれないが、それにフィルターされた指向性サラウンド音響が加われば、さらに精度を高めることができる。敵が壁の向こうに隠れても、3D音響なら呼吸や心拍音を検知できる。

ドルビーアトモスなどの最新のシステムは、映画館のような本格的な没入体験のサラウンド音響用に設計されている。これらのシステムには最大64台のスピーカーが使われることもあるが、それはウェアラブルのヘッドセットには多すぎる。処理リソースも必要になる。オーデ

ィオは従来とは違う。それはデジタルモデリングされたサウンドオブジェクトであり、その特徴、距離、動き、方向によって音響トラックが合成され、複数のスピーカーに分配される。劇場ならいいが、ウェアラブルの没入型システムでは実現できそうもない。

実現はすぐそこに

とはいえ、没入型テクノロジーのヘッドセットの設計と構築はもう手の届くところまで来ている。デバイス設計のパズルのピースは揃った。AR、VR、MR (複合現実) システムのすべてについてそう言える。

Thin Film Technology (TFT) 社のディスプレイはあらゆるところで使用され、手ごろな価格で複数のルートから製品として入手できる。ディスプレイはLEDバックライトが必要で遮光タイプだが、立体カメラと組み合わせれば、VRはもちろん、ARにも使用できる。



図6：ARでは、現実の感覚の上に情報を重ね合わせることができる。着色技術を使うと、熱を色で識別できるようにするなど、人間の五感の範囲を広げることできる。(画像：HQuality/Shutterstock.com)

一番いい選択肢はOLEDかもしれない。OLEDなら柔軟性あって、折り曲げたり変形したりできるし、透明なので画

面の向こうが透けて見える。何よりいいのは、透明なフィルムに埋め込まれた微細なLED素子が発光するので、バックライトが不要なことだ。ただし、OLEDディスプレイはあるにはあるが、TFTほど簡単に入手できない。別のオプションとして、スキャニングレーザーヘッドアップ技術もある。

スマートフォン革命と自撮りの流行のおかげで、複数のメーカーが超小型の高解像度ビデオカメラを製造している。小型なのでメガネのフレームはもちろん、完全没入型の遮光ヘッドセットにも最適に取り付けられる。

オーディオプロセッサと小型のフルレンジのスピーカーも、確かな実績のある信頼性の高いサプライヤーから購入できる。モバイル機器業界は、音楽鑑賞のニーズを受けてこのテクノロジーを急成長させた。

これらの設計を実現する上で最も重要な技術の進歩は、高度な多軸加速度センサだろう。これもすでに利用できる。頭の動きをモニターできる速度を備えているので、速くて応答性に優れたビデオ処理・レンダリングシステムと組み合わせ

れば、クリアで酔わない映像を提供できる（注：表示がヘッドトラッキングより遅れると、認識のずれによってVR/AR酔いが生じる可能性がある）。

超高密度高速メモリ、エネルギー管理チップ、高密度バッテリーなどの技術もすべて進歩したことで、この技術が費用対効果と効率性を十分に兼ね備えた、待望のユーザーインターフェイスとなる下地は整った。さらに高帯域、高周波無線通信技術により、没入型デバイスを完全にテザリングフリーにすることも可能だ。

設計オプションと検討事項

AR/VRの応用の進め方を決定する際に検討すべきこととして、コスト、市場投入までの時間、信頼性、そして特殊機能がある。商用・民生用で特に重要なのは、コストと市場投入までの時間。防衛・航空宇宙用の設計では、耐久性、信頼性、特殊機能が特に優先される。それ以外はすべてこの間に入る。

いずれの場合でも、実現可能性の調査とプロトタイピングは既存のヘッドセッ

トをOEMすることで実施できる。複数の会社がさまざまな価格と性能レベルの製品を提供しており、ケーブル付きとケーブルなしがある。最も話題を集めているのがOculus Quest 2。価格は300米ドル程度だ。コンピュータ・グラフィックエンジン内蔵、ワイヤレス通信、周辺機器用のBLUETOOTH® インターフェイスを備え、適切なヘッドトラッキングを実現する。Sony PlayStation®にも競争力のあるモデルがあり、価格も魅力的だ。HTCとValve IndexのVRキットも特筆に値する。

開発ツールもあり、シーンスケープと複数キャラクターのインタラクションを可能にする。グラフィックエンジンとCPUを搭載したヘッドセットも登場し、このすばらしく新しい仮想世界を支援するコミュニティは発展しつつある。

新たな仮想世界へ

VR（仮想現実）とAR（拡張現実）はどちらもユーザーを人工的に作られた空間に引き込む。しかし、VRが現実から切り離されたヘッドセットの中の世界に没入する体験であるのに対し、ARは情報強化された現実世界に没入する体験で、

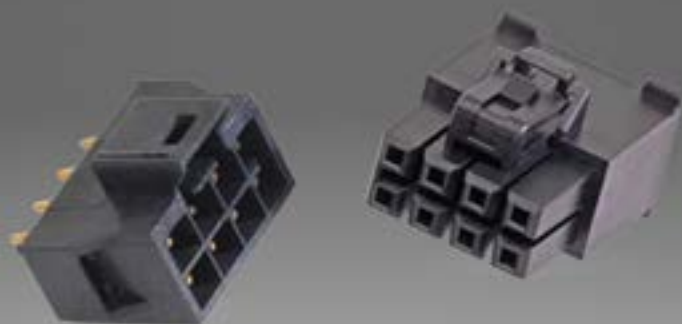
人の五感の領域を広げることができる。
幸いにも私たちは、それを統合して、教育、機械修理、手術、ナビゲーションを向上させ、感覚の領域を拡張できる世界を作り出す技術を手に行っているのである。M



執筆者紹介

Jon Gabayは、電気工学で学位を取得後、防衛、商業、工業、コンシューマ、エネルギー、医療などの分野の各企業にて、設計エンジニア、ファームウェアコーダー、システム設計者、科学研究者、製品開発者として活躍。Dedicated Devices Corp.を設立し、代替エネルギーの研究者、発明家として、オートメーション技術に携わり、2004年まで同社を経営。以降は研究開発、記事執筆、次世代エンジニアや学生のための技術育成に従事。

FiTファミリーコネクタ



mouser.com/molex-fit-connectors

molex



画像元: "Gorodenkoff / stock.adobe.com"

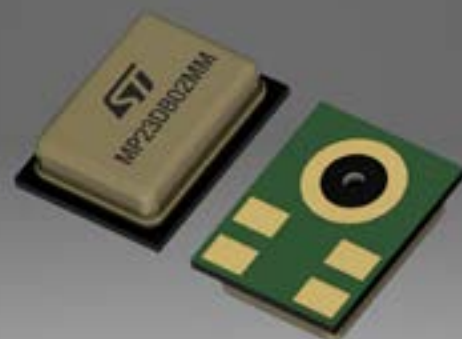
DRV8601 ハプティックドライバ



mouser.com/ti-drv8601-haptic-driver



MP23DB02MM MEMS マイク



mou.sr/37PBoXy



没入型技術はあまねくテクノロジーの融合に依存

マウザー・エレクトロニクス トレイシー・ブラウン

エクステンデッド・リアリティ(XR)、空間コンピューティング、ホログラム、ボリュームデータについて話すとき、大抵の人は、その体験に期待を持つ。数年前、私は初めてVRのヘッドセットを着けた。その時、何を期待しているのか覚えていないが、がっかりしたことは覚えている。現状を見れば、まだ「アバター」レベルの没入体験すら完全には実現していない。

それでも、人々は没入型テクノロジーの希望を捨てず、エンジニアがそれを実現してくれると思っている。ほぼすべての業界は没入型テクノロジーのもたらす効果について楽観的であり、その市場もエンジニアの想像力とともに広がっている。もちろん期待に応えるのは難しいが、課題を解決するのがエンジニアの仕事だ。でも、具体的にどんな課題に取り組んでいるのだろう。

本当の没入体験を創造する

本当に没入できる体験を作るには、センサ、マシンビジョン、3Dスキャン、電源管理など、数百個ものコンポーネントをユーザーデバイスに搭載する必要がある。たとえば、ボリュメトリックビデオの場合は、アクションの周囲に数百個のセンサとカメラを配置する。では、テクノロジー自体に問題があるのだろうか。

HaptXの共同設立者でカリフォルニア・ポリテクニック州立大学医用生体工学

部教授のロバート・クロケット博士は、そうではないという。彼の考えでは、没入型テクノロジーの分野ではシステム思考型のエンジニアがよい成果を上げられる。すぐに手に入る高品質の既製品コンポーネントがあれば、エンジニアはすべてのコンポーネントをひとつのシステムとしてうまく機能させることに集中できる。

つまりそれは、顧客の要件や重要事項を検討するなど、設計前の作業に十分取り組んでから、システムを設計し、問題になりそうなところを特定することである。HaptXでは、膨大な数の試作品を作り、パズルのピースを全部一つにまとめるための設計上の課題を突き詰めた。さらに、システムの信頼性に納得できるまで、何度も何度もテストを繰り返した。HaptXが作ったシステムはその名のとおりグローブ型で、仮想現実には本物のような「触覚」体験を加える。

パフォーマンス的には、これくらい真に迫った体験を目指す必要がある。もちろん、必要なコンポーネントがすべて広く手に入る可能性は高いが、どれを選んで使うかはしばしば用途次第になるだろう。

たとえば、VRで本物のような視覚体験を提供する場合について考えてみよう。そのVRヘッドセットに最高の解像度は必要だろうか。まあ、それはケースバイケースだろう。

VRゲームやデジタルツインのウォークスルーなら、最高レベルの解像度はい



らないかもしれない。これらの場合は、閉合の法則(ゲシュタルトの法則)のおかげで、私たちの目はオブジェクトに小さな欠落があっても、スムーズなひとまとまりとして知覚する。だから、解像度が低くても大丈夫かもしれない。しかし、舞台を手術室に移して、複雑な脳外科手術を行う場合は、できるだけリアルなバーチャル頭蓋を用意して手術してもらう方がいい。とはいえ、高解像度が不要な場合でも、解像度が高い方が市場シェアの獲得には役立つかもしれない。

多くの場合、解像度は遅延ほど重要ではない。「Motion-to-photon」の遅延時間は、エンジニアたちが打ち破ろうとしている壁の一つだ。理想的には、ユーザーの空間体験と現実の区別がつかない方がいい。専門家は、そのためには遅延を15ms以下にする必要があるという。それ以上になると、ユーザーはフラストレーションを感じるだけでなく、吐き気

(画像元: HaptX)



を催すことや、使用事例によっては潜在的な危険が生じることもあるそうだ。遅延という難題を解決できなければ、ハードウェアを開発しても廃棄処分になるだろう。

既製品のセンサシステムはまだその15msの壁を越えていないが、徐々に良くなってきている。Oculusは、コンポーネントメーカーの答えを待たずに、対応サンプリングレート最大1000Hz、遅延わずか2msのセンサを自社開発した。Oculusができると証明したわけだから、皆、この波に乗ってほしい。

クロケット博士が言うとおり、システムは数百個のコンポーネントで構成されるので、使えるスペースはほんの少ししかない。たとえば、エクステンド・リアリティ(XR)に取り組んでいる場合は、どの組み込みビジョンインターフェイスを選ぶかが非常に重要になるが、ごくわずかな配線スペースしかないから、できるだけシンプルにする必要があるだろう。

5GB/sの帯域幅を持つUSB 3.0は、優れた多目的インターフェイスであり、基本的にプラグ・アンド・プレイだ

が、コネクタが大きく、ケーブルも硬いため、多くのスペースを必要とする。ただし、コスト削減と開発時間の短縮を図れるだろう。恐らくそうした理由から、ヘッドマウント型VRデバイスにはMIPI CSI-2 (Mobile Industry Processor Interface) 規格が一番よく使われている。また、MIPIは6GB/sの高帯域幅を持ち、USB 3.0よりも高速だ。さらにCSI-2のマルチコアプロセッサは、CPUのリソースをほとんど使用しない。

ユーザーが装着するデバイスを開発するときは、電力調整にも注意する必要がある。画面の解像度とリフレッシュレートが上がれば上がるほど、ディスプレイの消費電力は高まる。Oculusは自社のデベロッパーサイトで、デバイスのガバナープロセスが「内部温度センサーを監視し、温度が一定レベルを超えると補正動作を行い、誤作動や表面の過熱状態を防ぐ。この補正動作はクロックレートを下げることによって構成される」と述べている。さらに、「すべての動作はバッテリーの消費とデバイスの加熱を引き起こす」ので、最適化はどんなにやっても、決して無駄にならない、と助言している。

必要なのは「感覚」

こうした機能はどれも没入型体験には重要であるが、まだ足りない大切なパズルのピースがある。ハプティクス(触覚技術)だ。これはコンピューターとの信頼できるインタラクションを生み出す大切な要素で、私たちが皮膚感覚を感じられるのは、ハプティクスがあるからだ。ハプティクスは、人が現実世界で物理的なオブジェクトと接触したときに体験する感覚を刺激する。ゲームでダメージを受けたときにコントローラーがごう音を轟かせたり、SMSを受信すると携帯電話がブルブル震えたりするのは、この技術によるものである。こうしたバイブレーションには、偏心回転質量(ERM)、リニア共振アクチュエータ(LRA)、そしてピエゾアクチュエータが使われている。

ただし、クロケット博士によると、ごう音

もバイブレーションもいわゆる象徴的な触覚技術で、単なる合図にすぎないという。エンジニアたちは、本物の感覚、すなわちバーチャルで可能な限り正確な触覚の再現「ナチュラルハプティクス」を目指して努力している。

ナチュラルハプティクスでは、本当に物を持っているように感じる。たとえば、自動車のシミュレーションでは、ハンドルを握ると手応えなどの力覚を感じる。こうした力覚フィードバックはナチュラルハプティクスに近い。しかし、物理的に物体に触っていないときに、触っているように感じさせるには、どうすればいいだろう。

クロケット博士のパートナーであるジェイク・ルーベン氏は、博士にナチュラルハプティクスの開発構想を持ちかけた。二人はこの問題に少し取り組んでから、あることに気づいた。それは、没入感を得るには手のリアルな触覚が極めて重要であること、そしてそれを再現するのは極めて困難であるということだった。

人は手を使って大半の日常活動を行う。ならば、胸にリアルな感覚を再現することに力を入れる必要はないだろう。まずは手を解決してから、別のハプティクス体験に進む方が理にかなっている。クロケット博士は触覚の依存度を明示するため、航空機シミュレータの例を挙げた。パイロットは、離陸時、飛行中、着陸時に多くのスイッチを切り替えなければならない。いくつものゲージとパネルをじっと見つめ、ほとんどスイッチは見ずに切り替える。それがどこにあるか、マッスルメモリーで覚えているのだ。マッスルメモリーの構築は没入型テクノロジーに多い使用事例だが、こうした場合にもナチュラルハプティクスが必要である。ただし、バーチャルスイッチを正しい位置に配置する必要があるのと同じように、スイッチを切り替える触覚も本物そっくりにする必要がある。これを成功させるのは、控えめに言っても簡単ではない。

HaptXは、触覚フィードバックに空気圧を使うことにした。各グローブには、触覚

器と呼ばれる非常に小さな風船を130個以上取り付けて、これらを空気で膨らませて肌に圧をかける。触覚器は、たとえばコックピットのスイッチに触ったときの触覚をそっくりそのまま再現する。硬いものに触れているときの触覚も必要だ。手が物体を通過するのを物理的に制止するために、グローブの甲に腱を配置した。このように適切な変位を肌に伝えることで、手を制御することができ、正しいパターンを感じることができる。この能力によって、実際には存在していない物体との相互作用が自然に感じられる。

技術的課題を克服する

クロケット博士も認めているように、まともなエンジニアなら、何百本もの微細なチューブを一本ずつ風船と比例制御弁につなぐようなシステムは考えなかっただろう。これは極めて難しい技術的課題で、解決にほぼ10年かかった。それでも最終的に、特殊な技術を一切使わない実用的なシステムを考え出した。

これは、先に述べたシステム思考の模範例だろう。だからHaptXのような企業は、システムを理解しハイレベルな思考力を持つエンジニアを求めている。それは、何が有効かを考えるだけでなく、何を組み合わせると有効に機能し、信頼性が高く要件を満たす包括的な設計になるかを考えるエンジニアである。

もしあなたが、没入型テクノロジーにはエンジニアのスキル以外のものが求められると感じているなら、それは恐らく正しい。コンピュータサイエンス、光学、そして人間の知覚への理解は確かに有益だ。しかし、もっと幅広いスキルセットも必要だと多くの専門家は考えている。

心理学、生理学、運動学など、多くの「〇〇学」の実践的な知識が、ユーザー固有の体験を設計するときに役に立つだろう。ただし、そこが難しさでもある。同じ現実とは二つとないからだ。年齢、性別、体形、国籍、健康状態、経済的状態、

能力など、体験を特徴づける要素は多種多様である。

その包括的な体験と同じくらい重要なことは、ユニバーサルデザインの原則を考慮して、これらの体験を実現するハードウェアとデバイスを開発することである。ユニバーサルデザインは、建築分野で初めて採用された概念だが、今ではほぼすべての分野に広がっている。年齢、サイズ、能力、認識経験に関係なく、あらゆる人に適合する設計のことをいう。

Microsoftの研究者たちは、複合現実とアクセシビリティのワークショップで発表した論文の中で、「アクセシビリティをシステムの反復設計プロセスの核心として検討することは、何らかの障害を持つ世界中の10億人超の障害者だけでなく、すべてのユーザーにとって有益である。誰でも場合によっては状況的な障害を体験するからだ」と断定している。

そして、改良の時期を迎えているデバイスの例として、ヘッドマウント型ディスプレイを挙げている。ディスプレイの多くはかなり重く、眼鏡をかけている人、補聴器を着けている人、人工内耳の人にはあまり対応していない。しかも、ヘッドセットを締め付けるだけでも、さまざまな操作とコツが必要だ。こうしたことが、多くの潜在的ユーザーの間の使用を制限している可能性がある。

まとめ

エンジニアは、システム思考にユニバーサルデザインを取り入れるだけで、没入型テクノロジーをより包括的にできる。没入型テクノロジーが広く導入されるゲームチェンジャーになる前に、多くの技術が正念場を迎えている。成熟に近づいているが、まだ広範な導入には至っていない。ユーザーは期待どおりの体験を今も待ち続けている。今こそ、このテクノロジーにアクセシビリティを組み込む絶好のタイミングである。 **M**

執筆者紹介



Traci Browneは、新興技術、エンジニアリング、ロボティクス、IIoTを中心に、製造・産業用アプリケーションを専門とするフリーランスライター。好奇心旺盛で、モノづくりをする人たちに深い関心を持つ。

仮想空間で暮らし、働き、学ぶ

マウザー・エレクトロニクス デイビッド・フリードマン

没入型テクノロジーで薄れつつあるリアルとバーチャルの境界

これはボストンにある最先端の大規模タワーマンションでのこと。完成を間近に控えたこのマンションに、建設プロジェクトの建築と設計の最高責任者たちが初めて入り、上層階へ向かった。そして広々とした一室に足を踏み入れたとき、恐ろしい光景が目飛び込んできた。その部屋の大きな窓からは隣のマンションの中が丸見えだったのだ。つまり、隣のマンションからもこちらが丸見えということだ。最高級マンションの潜在顧客はこだわりが強く、こんなプライバシーの侵害には到底納得しない。上層階の窓の角度を変えなければならないが、それには32階建ての建物の構造そのものを変えなくてはならないだろう。

建設が進んでからの大きな変更は、すべての建設業者にとって悪夢である。変更には莫大な費用がかかり、工期の遅れも避けられない。しかし、このケースでは、建物の修正作業は数時間で終わり、費用もごくわずかだった。なぜなら、このプロジェクトはまだ着工前だったからだ。上層階の内覧会はすべてVRで行われた。建物はコンピューターを使って計画どおりに3Dでシミュレーションされた。設計チームの中心メンバーにはヘッドセットが配られ、メンバーはそれぞれ勤務先のオフィスからリモートで参加した。

VR（仮想現実）と没入型現実とは、コンピューターが作り出した空間に物理的にいるような感覚、そしてその空間やモノと相互作用するような感覚を与える。画面の向こう側の世界に足を踏み入れるような感覚とでもいえいいだろうか。

中には現実と錯覚しそうなくらいリアルな3Dシミュレーションもある。こうしたシミュレーションでは、通常、特殊なハイテクゴーグルなどの周辺機器を使って、これまでずっとSFの領域でしかなかった人工の世界で圧倒的な感動と驚異の冒険を体験することができる。

その一方で、没入型現実はいずれ身近な用途でも活用されている。物理的に離れている人たちが仮想空間の部屋や環境に集まって、互いに協力しながら学び、アイデアを共有し、発見し、問題を解決し、近況報告している。その参加者を引き込み啓発する力は、電子メールや電話、Zoomミーティングとは比べものにならないほど強い。没入型現実ソフトウェア会社、Spatial Systemsのバイスプレジデント兼事業責任者のジェイコブ・レーベンシュタインは次のように語る。「Zoomミーティングでもコミュニケーションは取れます。でも、VRでは平たい画面では得られないつながりが得られます」。

ここ数年で、没入型現実のハードウェアとソフトウェアは洗練され、粗削りで漫画のような模倣から脱皮した。実際に共同作業するような感覚で使えるようになったのだ。価格的にも手頃になり、ほとんどの雇用主にとって利用しやすくなり、一般消費者でも利用する人が出てきた。周辺機器がさらに進化し、価格がもっと下がれば、このテクノロジーを使いこなす人と組織が増える。そうすると、人々の働き方、学び方、打ち解けた交流のあり方が大きく変わる可能性がある。没入型

現実とは、すでにビジネス、教育、医療など、さまざまな社会的分野に影響を与えている。そう遠くない将来、多くの人が一日の大半をこの媒体で過ごすようになるかもしれない。

さまざまな没入型テクノロジー

没入型現実には主に拡張現実（AR）と仮想現実（VR）の2つの形がある。AR体験では現実世界を見続ける。ただし、その現実の環境には仮想オブジェクトと情報が重ね合わされている。これは世界中で大人気となった「ポケモンGO」でおなじみの技術だ。このゲームでプレイヤーはスマホのカメラを通して周囲を見回し、そばに潜むモンスターを見つける。

ARにはもっと実用的な用途もある。ARは、付近のレストランや友達の位置、修理が必要な機械部品を示したり、会議中に出席者の名前と役職、重要製品を表示したりできる。周囲のさまざまなものに注記や解説を表示することで、有益な情報を知らせてくれるのだ。それを全部スマホで見るとなると大変かもしれないが、すでにFacebookやレノボなど、多くの企業から「スマートグラス」の試作品が登場しており、数年後にはスマートグラスでARを体験できるようになるだろう。先進的ARシステムを開発中のEyeWay VisionのCEO、ニキル・バルラムは次のように語っている。「想像できるものは、何でも簡単に目の前に表示できます。しかも、周囲の環境はそのまま見



え続けます。だからその物体の周りを歩いたり、机の上のコーラを手にとって飲んだりできます。いずれリアルな参加者と世界各地のリモート参加者の分身が同じ部屋に集まって、皆で一緒にいるような感覚でミーティングできるようになるでしょう」。

一方、VRでは、通常ヘッドセットのような小さなディスプレイ付きのゴーグルを装着し、現実世界から視界を完全に遮断して、投影された疑似世界を見るため、より包み込まれるような感覚の体験になる。ヘッドセットにはセンサも搭載されており、頭の位置の変化を追跡し、動きに応じて視界を変え、本当に360度見回すような感覚を与える。疑似世界に共にどっぷりと浸る感覚に加え、ハンドヘルドセンサによってその場面に手を伸ばして仮想オブジェクトをつかんだり、ボタンを押したり、同じ仮想空間にいる仲間と身

振りでコミュニケーションを取ったりできる。その間、ヘッドセットに搭載されたマイクロスピーカーからは、臨場感のある指向性音響が流れる。

コロナ禍で大勢の人が出社できなくなり、コンピューターの画面越しに協力して働く中、バーチャルミーティングの潜在的価値が認識された。しかし、同時に欠点にも気づいた。バーチャルミーティングでは、皆、必死に周りを見ず、小さな画面に集中しようとするが、こうした不自然なやり取りにずっと集中するのは難しいということだ。最先端のVR研究を行っているカーネギーメロン大学・電気コンピューター工学部のアンソニー・ロー教授は次のように語っている。「パンデミックは仮想技術とZoom疲れを促しました。四角い枠で仕切られた平らな画面、そこにずらりと並んだ顔をひたすら眺める、こんなバーチャルミーティング

は、今すぐテクノロジーの力で変えるべきです。二次元の交流は人にとって不自然なのです」。

対照的に、VRでの共同作業では、共有空間で他の参加者たちとしっかり交流している実感が得られる。確かにVRミーティングの環境はやや漫画チックで、参加者も「アバター」で登場するので、リアルに見えないかもしれない。しかし、アバターには立体感があり、参加者本人と似せることができる。参加者の動作、場合によっては表情も真似できるので、ほとんどの参加者はこうした欠点をすぐに乗り越えられる。

広がる建設業界でのVR活用

VRは、リアルの会議室では不可能な設

定やオブジェクト、抽象データを3Dで表示して共有できるので、実際に顔を合わせるミーティングよりも豊かな交流をもたらすことがある。Spatialのレーベンシュタインは次のように語っている。「VRルームでは、向かい合って座りながら、モデル、ビデオ、ホワイトボードを表示できますが、これらは普通の画面共有よりもずっと効果的です。ビジネスミーティングでも、懇親会や会議でも、参加者をぐっと引き込む力があります」。

業界調査会社のIDCによると、VRハードウェアおよびソフトウェアのビジネス市場は、ほんの数年前までゲーム市場に比べると取るに足らない規模だったが、上記の理由から、2024年にはVR市場全体の半分以上を占めるようになるという。市場調査会社Forrester Consultingの調査では、全企業の半数が2年以内に没入型現実の導入を計画していることが明らかになっている。

建築・土木・インフラ（AEC）業界は、VR活用の導入で他業界を大きくリードしている。この業界は、建設プロジェクト計画で3D仮想モデルに長年頼ってきたため、VR導入はそれほど大きな飛躍ではないかもしれない。しかし、今ではVRミーティングを活用して、チーム全員でモデルの中に入り、正確な3Dで見られるようになり、さらに建物の中を歩いて潜在的な問題点を指摘し、変更案を試せるようになった。たとえメンバーが世界各地のオフィスや自宅に散らばっていても、話し合いながらこれらを全部できるようになったのである。「VRは地理的距離を劇的に縮めてくれる」とEyeWayのバルラムはいう。

こうした理由から、上海のEnneadからオランダ・デルフトのMecanooまで、世界中の大手設計建設会社は技術的な

共同作業はもちろん、それ以外の作業にも没入型現実を活用している。たとえば、世界各地に生産拠点をもちインテリジェントオートメーションシステムを製造しているValiant TMSは、英国タムワースにあるTheorem Solutions社のVRソフトウェアを使って、オーストラリア、インド、カナダ、メキシコのエンジニアを集め、システム設計の検討会議を行っている。「特に海外出張が禁止されているコロナ禍で、有効性が証明されました」とTheoremのキャサリン・エドモンズは語る。

ボストンのタワーマンション・プロジェクトは、ロードアイランドのOdeh EngineersとボストンのStantecの設計工学の専門家による共同プロジェクトで、VRを活用して窓のプライバシーの問題を発見した。あるメンバーは、VRモデルの配電室に「歩いて」入るときに、頭（といっても、アバターの頭）を低い梁にぶつけた。そのおかげで、建築基準法に違反する重大な欠陥があることに気づいた。

建築土木分野では、VRによって多額の費用を節約した実例が報告されている。あるチームは、フロリダの高校建設プロジェクトでVRミーティングを活用し、数十個の潜在的問題を迅速に解決して、32,000ドルを節約できた。VRミーティングを活用していなければ、問題を調査し、詳細情報を共有し、全員そろって解決する必要があり、工期の遅延は必至だっただろう。イギリスの公共事業会社Anglian WaterもインフラプロジェクトでVRを導入し、多額の経費を節約した。また、20億ドルを投じたノルウェーの地下鉄新路線建設プロジェクトでは、監督当局が2カ国の4つの事業者から専門家を集め、VRで調整会合と目視点検を行った。これにより複数の問題が早期に

発見され、大幅な予算超過と工期の遅延を免れた。

グローバルな建築会社GenslerでもVRミーティングで全28拠点を結び、毎週プロジェクト検討会を開くことで、高い生産性を実現している。また営業会議にもVRを活用しているほか、VRモデルを利用して設計者と建設技師がさまざまな照明や素材が建物の外観に与えるインパクトを確認し、従来の仮想モデルや模型ではつかみづらかった実寸大の建物や各要素の印象を把握できるようにしている。建築用VRツールのベンダー、The WildのCEO ゲイブ・パエスはこう語っている。「これはもはや多くの人にとって仕事に欠かせないツールとなっています。もう手放せないでしょう。5年後の新入社員は、この業界で2D画面を使っていたことを、とんでもない時代といって振り返るでしょう」。

その他の業界での活用例

建設以外の業界でも、製品設計者とエンジニアはさほど後れを取らずにVR活用を始めている。玩具メーカーのマテルでは、遠隔地のデザイナーたちが定期的にVR会議室に集まり、3Dモデルを使って新製品の細部を詰めている。そしてデザインを製造する準備ができると、デザインチームとそれを生産する工場（主に中国）の製造技師がVR会議室に集まる。このとき、製造技師は製造コストを下げ、生産速度と品質を高める代替案を提案することができる。

航空宇宙会社のロッキード マーティンは、デンバーの拠点で世界最大級のVR設計実験室を運営している。ここでエンジニアとマネージャーは、人工衛星から

宇宙船まで、あらゆる製品の設計を練り上げる。モデルでシミュレーション性能テストもできるので、小さな物理模型を作る前に、航空機の空気力学や耐熱性、ストレス抵抗の最適化をすべて行うことができる。

VR活用の利点は設計士やエンジニア以外にも及ぶ。コロナ禍でバーチャルミーティングの価値に気づいた多くの組織は、今、仮想空間での対話をもっと違う用途でも活用して利点を引き出す方法を模索しているが、VRはますますその期待に応えている。グローバル企業のロイズ・バンキング・グループやイケアは、求職者と新規採用者に対してVRで面接や新人研修を行っている。金融サービスのソシエテ・ジェネラル・グループは、金融アナリストと顧客が仮想空間で集う機会を設けている。サンフランシスコに拠点を置くバイオデータ分析会社のLarvolは、すでに必要最小限のオフィスのみを残し、14カ国にまたがる数百人の全従業員に対し、あらゆる共同作業をVRで行うようにすでに奨励している。

VRで新しいタイプのオフィスを作れば、多くの組織が自由を享受できる、とレーベンシュタインは主張する。「毎日オフィスに通うことは、一体感、ブランディング、

つながりの強化には役に立ちます。でも、物理的な空間を刺激的な場所、たとえば美術館やキャンプ場、緑の牧場などに変えるのは難しい。それがVRなら簡単にできるのです。刺激的な空間と一緒にいることで、共に働く社員とのつながりを強化することができます」。

大規模会議の開催者もVRを活用している。VRなら物理的に離れていても出席できるし、現地の出席者と同じくらい引き込まれる体験ができる。その好例が、世界最大の技術専門家組織、IEEEのVR分科会が2020年に開催したオンライン会議だ。この会議では、すべての基調講演、会合、そして交流会に完全VRアクセスが提供された。

企業では研修への活用もすでに進んでいる。ステートファーム保険は、査定者の研修にVRを活用している。洪水被害を受けた家屋の保険調査研修では、参加者が仮想空間でキャビネットの扉を開いて家具の下をのぞき、隠れた被害を見つける方法を学ぶ。ウォルマートの従業員は、仮想空間でバーゲンに押し寄せる大勢の買い物客に対応し、本番で圧倒されないようにしている。経営コンサルティング会社のPWCは、全米の管理職者にハイレベルな意思決定トレーニング

を行っているが、VRプログラムの修了者は、通常のオンライン形式のコース修了者よりも、同じ科目のテストで35%成績が高いという。国連、UPS、タイソン・フーズもVRを使った研修を実験中だ。バルラムは次のように語る。「平たい画面でも学べるが、飽きてしまう。学びは情報と一緒に、いかに興味をもってやり取りするかが大切。だから没入型テクノロジーの方が適しているのです」。

変革を実現する

この分野で次に大きく飛躍するのは、アバターのリアル化だろう。参加者にそっくりなアバターがVR空間で集い、表情の変化まで完全に再現するようになるだろう。カーネギーメロン大学のロー教授の研究室では、すでにヘッドセットにカメラを取り付けて着用者の表情を捉え、アバターに反映される研究に取り組んでいる。

ロー教授によると、今後ヘッドセットには顔の筋肉の動きを捉えるセンサが搭載され、アバターの表情はさらに洗練される。さらにアイトラッカーも搭載され、ユーザーがどこを見ているかわかるようになるという。「特に目を合わせるときなど、相手が見つめている方向がわかればリアル感が増します」。アバターの

領域では他にも、オンライン接続の高速化とプロセッサの強化によるアバターの解像度アップ、なめらかな動き、ユーザーの動きがアバターの動作に反映されるまでの時間の短縮といった大きな改善が期待される。

没入型テクノロジーが進歩するにつれ、より多くの人に受け入れられるようになる。それが私たちの仕事と生活をどう変えるかを予測するのはほぼ不可能だ、とバルラムはいう。「私たちがこれまでやってきたことは、ほとんどが今までのやり方を無理やり新しい環境に当てはめることでした。これらのツールの利点を本当に生かすにはどうするべきか、今はそのことを一から考え直す必要があります」。M

SAS-PCIe Gen 4 コネクタ



mouser.com/te-sas-pcie-gen4-connectors/



執筆者紹介



David H. Freedmanは、ボストン在住の科学ジャーナリスト。『TheAtlantic』『Newsweek』『Discover』『Marker by Medium』『Wired』などの各誌に執筆。



Zoomを超えて： 没入型コラボレーションによる次世代会議

David Freedman (マウザー・エレクトロニクス)

ある人が突然思いついたデザインのアイデアを、様々なオフィスのチームメートたちとデザインの3次元のモックアップで共有するまでには、どのぐらいかかるでしょう？

全く時間はかからないと、オレゴン州ポートランドに拠点を構える仮想現実ソフトウェア会社The Wildの創業者でCEOのGabe Paez氏は言い切ります。「目標は、アイデアから体験を共有するまでの時間を、可能な限り瞬時に近づけるまで短縮することです」とPaez氏は話しています。

Paez氏と部下のチームは、デザインの過程をGoogle Docを共有するかのよう
にコラボレーティブで直感的にすることを目指しました。「空間は私たちにとってコンテンツなのです」と彼は言います。

The Wildは、様々な会社と話し合い、コラボレーティブな仮想現実 (VR) デザインの世界へ誘おうとしています。その多くは、建築、エンジニアリングと建設業界の大企業で、例えばPerkins & WillやPAE Engineersなどが挙げられます。しかし、同社は、とりわけ新製品や小売りのコンセプトに関して、自宅リフォームの小売業者の最大手Lowe's、靴メーカーAdidas、そして電気通信業界のリーダー的存在であるVerizonとも協力しています。

Paez氏は、自身とThe Wildで働く仲間が、これらの会社やアメリカそして世界

中にちらばった他の会社と常にミーティングを開き、コラボレーションを行っていると言います。しかし会議に出席するのに飛行機に乗る必要はありません。協力者たちは、仮想現実ヘッドセットをかぶり、VR空間で開催されるミーティングに出席するのです。「ミーティングに人を集めるのに、VRに勝る速さの飛行機はないでしょう」とPaez氏は述べています。

「高層ビルや靴を例にすると、VR空間で、新しいデザインを考え出すためのミーティングが開催される時、協力者たちは、ワークショップと呼ばれるコンピュータが生み出した空間に仮想的に集まります。そこでは、各協力者が漫画チックな「アバター」として登場し、仮想のテーブルの周りに全員が集います。出席者の誰もが最初の「マッシング」を試すことができます—つまり、デザインの最初のラフアイデアとなる形を作るのです。

いつもなら、デザイナーたちが、自分自身で簡単に形が作れる素材、例えば発泡スチロール、粘土やバルサ材を使ってマッシングします。そして、よくできたと感じたら、他のチームメンバーに見せて意見を聞きます。関わりのあるすべての人の意見を聞くには、数日あるいは数週間かかります。でもThe Wildでのミーティングでは、出席者はリアルタイムで一緒にマッシングを見て、誰もが手を加えたり代わりを作ったりできます。

たぶん最も大切なのは、VR空間でコラボレーションをすることにより、デザイン

チームのメンバーが複数のデザインを一緒に見て回ったり、デザインを様々な角度や大きさで見てよく考えたり、印象とアイデアについて話し合ったりできることでしょうとPaez氏は言います。共有空間内部でチームとしてそれができる能力は、たとえ仮想空間であっても、Zoomを使って開催されるミーティングをはるかに凌ぐやり取りを現実のものとしします。「動き回ることができ、ミーティングに出席した他の人が体験を共有しているのを見ることができると、体が活発になると同時に刺激的な気分になります」とPaez氏は説明します。「それはとてもダイナミックで、内容が豊富な会話は、より有意義な発見を生み出すことができます。コンピュータ画面のガラスの背後に捕らわれた状態では、手に入れられないものです」。

とりわけ、連れ立って中に入りあちこち見て回ることができるビルや空間のデザインを考える際に受けるインパクトには大きいものがあると、Paez氏は指摘します。「空間について話しているだけじゃないんですよ」とPaez氏は言います。「グループとしてそれを体験しながら、同時にすべてがその中で完全につながりを保ちどう変化していくかを見て回っているのです。この種の空間認知とつながりは、実生活での体験を定義するものです」

VR空間でのデザインで得られる大きなメリットとは、多くの場合、当初はうまくいくように見えたデザインが実は調整

が必要な欠陥を抱えているということ
を協力者たちが徐々に認識することです。
「家に帰ってモデリングをやり直したこ
とがある人ならだれでも、何がうまくい
き何がうまくいかないかはその中に30日
住んでみないとわからないと知っている
はずです」とPaez氏は言います。「それ
がデザインの基本の形状であっても、照
明のスイッチの配置であっても、デザイ
ンのニュアンスが変わってしまうとは想
像したくないものです」。

チームとして、仮想空間で開催されるミ

ーティングを繰り返してデザインを深掘り
していくことで、この種の課題が次第に
浮き彫りになっていくのです。なのでビル
が実際に建築中であったり、あるいは製
品が組み立てラインから出てくる頃には、
チームはそのデザインに親しみを感じる
ようになり、驚くようなことはほとんどな
くなります。「その時になって、チームはデ
ザインと完成品とのつながりが既にでき
ていたことを感じるのです」とPaez氏は
言います。「発泡スチロールでは真似で
きないことです」。



没入型技術が製品開発と購入体験を変える

Carolyn Mathas、Jon Gabay (マウザー・エレクトロニクス)

没入型技術は、シミュレーションや仮想世界の「臨場感」をデザインエンジニアに提供することができます。今日、VR技術は設計と試作では既に使われていますが、最終的には、意思決定、開発、購入の前に、何が予想され、何を体験する可能性があるかを警告し、ユーザーを完全に誘導するようになるでしょう。

没入型技術は、無数のパズルの1ピースに過ぎません。製品設計におけるデザイン思考に関して言えば、例えば、望ましく実現可能で持続可能な最終製品を開発するためには、消費者のニーズに焦点を当てる必要があります。デザイン思考と臨場感のコンセプトをさらに推し進め、ユーザーに共感することで、設計者は「ユーザーの立場」に立つことができ、結果的にはデザインと製品の質を高め、ものづくりの過程を強化することができるのです。

デザイン思考、共感、没入のコンセプトを活用することで、製品が消費者のニーズにいかに応えているかを効果的かつ率直に伝えるストーリー性が生まれます。もし、この方法で没入型技術へのアプローチを続けていけば、製品設計に大きな影響を与え、後で見るように、最終的には、消費者の購入体験を刷新するために活用されるでしょう。

仮想現実、拡張現実、その現状

「今日、没入型設計とシミュレーションでは、コンピュータ支援設計とエンジニアリングの自然な延長線としてVRが採用されています。近い将来、機械学習によるシミュレーションと可視化によって、没入型設計はSFの領域に達し、次世代のイノベーションを推進するエンジニアリングツールの基盤が構築されるでしょう」と米国市場調査会社Tirias Research社シニアアナリストのSimon Solotko氏は話しています。

「エンジニアがVR空間のワークスペースで丸一日仕事をするのに必要な高解像度と精細な視覚制御がVRによって実現されようとしています。初期設計から部品の選択、機能性評価、さらにはマルチコンポーネントデザインに至るまで、すべての要素が可能な範囲にあります。優れた企業やチームが、驚くほどの多額の投資をして、一貫した共通のビジョンを追い求めています。医療からエネルギー、エレクトロニクスに至るまで、事実上すべての業界でこのように交差した技術の力が証明されています」とSolotko氏は話します。

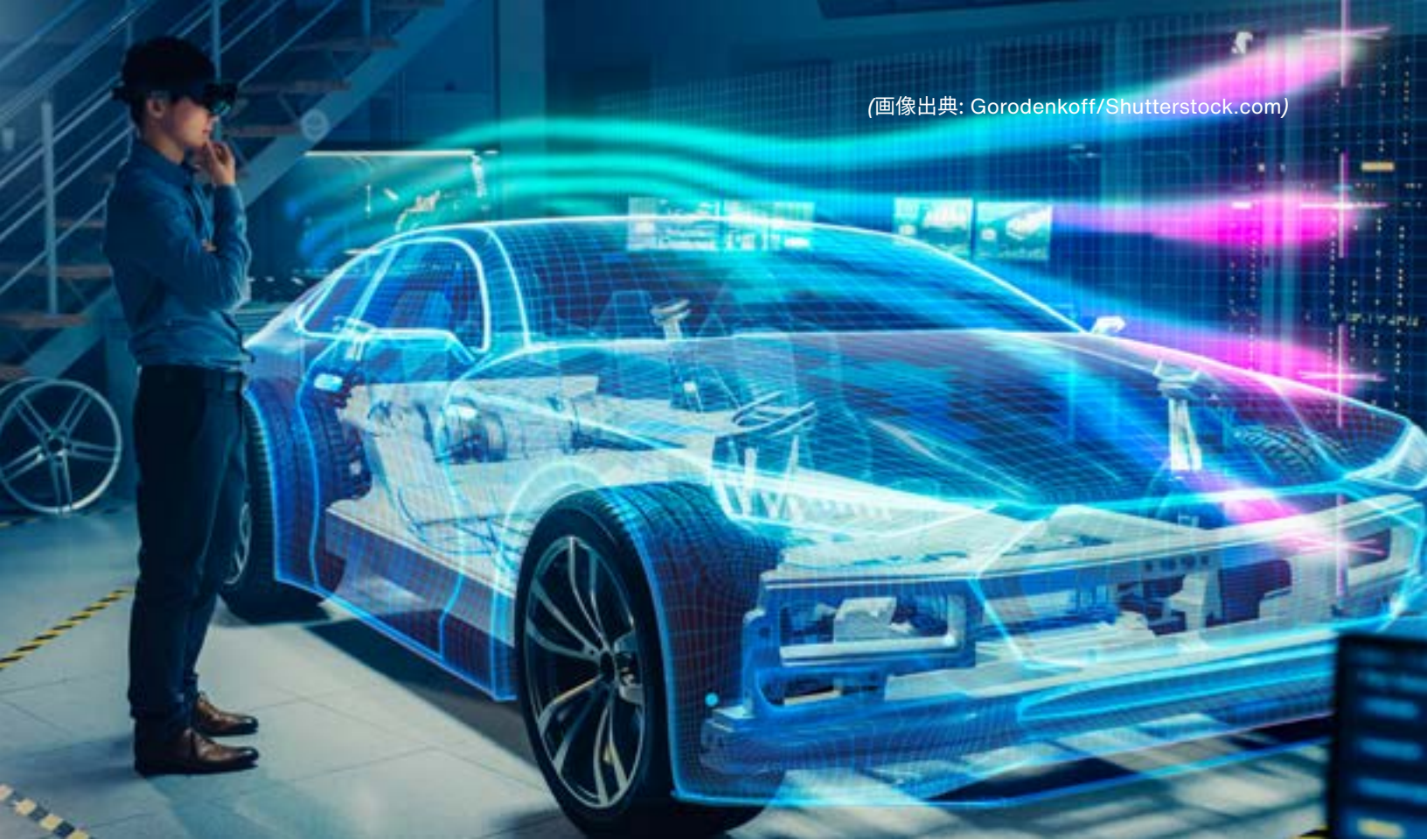
Solotko氏が指摘するように、没入型技術は現在、安全性、効率性、そして企業収益に影響を与える分野に触手を伸ばしています。

たとえば、リバプール大学のバーチャル・エンジニアリング・センターは、原子力、航空宇宙、エネルギー、ヘルスケア、製造などの分野で、ビジネスに影響を与える没入型デジタルツールの導入と開発において、900社以上の企業を既に支援してきました。同センターの触覚技術は、データグローブの振動を利用しており、2つ以上の仮想実体が仮想的に接触したときに信号を送ります。この振動は、視覚的なフィードバックしかない場合よりもユーザーの没入感を高めます。この技術は、将来、より深い没入感を実現するための基礎になります。

VRが異なった環境を作り出すのに対して、ARは現実の世界の上に映像を重ね、実際のモデルがなくても、仮想的に見たり操作したりすることをインタラクティブに可能にします。VR/ARは、3D擬人化したもので、ユーザーインターフェイス(UI)は、マウスやタッチパッド、タッチスクリーンの触覚には依存しません。代わりに、触覚インタラクションを模倣しています。

UIデザインへの影響とは、ジェスチャー、視線追跡、音声制御、および触覚技術がその代わりを行うということです。従来のUIデザインに残るのは、グラフィックデザインの重要な要素になります。

VRは、ミスが許されない場合でも、実際の製品の品質とレンダリングモデルが一致するオープンな環境を可能にします。その結果、設計エンジニアはモデルをさまざまな角度から見ることができ、モデ



ルをより簡単に改良し、改善することができます。

製品設計とテスト

仮想現実・拡張現実システムは、現在、製品設計・開発、サプライチェーン管理、ライフサイクル管理に取り入れられています。これは、構想段階から始まり、新しいデザインへのアプローチ、実行、テスト、製造に至るまでの新しい方法になります。

まだ存在しない製品の仮想表現が作成されると、設計者たちは、他では得られないメリットを得ます。拡大縮小して表示し、立体的に見ることができるのが、第一のメリットです。経験豊富な機械エンジニアですら、2D図面の3D版を判別できない場合があります。部品内部を拡大して観察できれば、その部品と隣接する部品との相互作用をより詳細に検討できるようになります。この機械的な例の1つとしては、ドライブシャフトとギアやキー溝との結合状態などがあります。電子工学での例では、組み立てると見えなくなってしまう内側に埋め込まれたヒ

ートシンクに、部品の放熱領域がどの程度うまく接合しているかを確認することができます。

ここで重要なのは、世界中のエンジニアたちがリアルタイムでデータを受信して共有し、それぞれの専門分野で貢献することができ、同時にコストのかかる試作や部品開発を行うずっと前から、起こりうる懸念について観察できることです。

材料科学のおかげで、今では多くの新素材を扱うことができます。希少で高価な素材も、特性を仮想的に評価しテストできれば、その素材を使った設計に誰でも加わることができるようになります。

各部品には、弾性率、融点、せん断力限界、圧縮限界といった特性を持たせることができます。シミュレートされた世界では、ストレスポイントや危険領域が表示され、設計の反復を改善することができます。また、組み立て時の嵌合や摩擦も決定でき、3Dモデリングツールやシミュレーションツールが進化すれば、複雑なアセンブリ全体を仮想的にレンダリングすることも可能です。

通常の条件下での部品の嵌合や相互作用を観察するだけでなく、あらゆる場所にいる設計者たちが、ギアが過熱したときの摩擦、温度上昇、嵌合、干渉の熱シミュレーションを観察することができます。このビジョンによって、試作品を作る前に、さまざまな素材での実験ができるようになります。時間と費用が節約できることは明らかです。いずれにせよ、完成した設計の基本的な構成要素を今、確認できるのです。

同じデータをソースとして使用して、設計者たちは世界中どこにいても協力しながら、しかも各自で、部品の配置や嵌合を検証、試験、保証し、最悪の場合の応力と故障モードをシミュレーションすることができます。さらに、権限が付与された設計者たちは、自分の専門外のことであっても懸念を表明できます。リーダーシップとマネジメントへの全体論的なアプローチであるデミング哲学に従ってきた企業は、このことを発見しています。

試作 – 仮想から実体へ

機械部品の詳細がキャプチャされると、自動化CNC技法、3Dプリント、あるいは昔ながらの手作業で試作品が作成されることになります。ただし、量産に向け高価な金型と打ち型を作る前に、準備が完了しているか確認するために仮想製品を徹底的に精査するには、機械的にも電氣的にも大変な作業が必要になります。

多くの場合、機械的な制約がわかるまで電子機器の生産は遅れます。たとえば、プリント回路基板のサイズや、シャーシのどこにコネクタを差すのかがわからなければ、設計はできません。そのため、機械的に設計された制約を最初に定義するのが一般的です。

電子機器に関しては、没入型技術を使ってパッケージの間隔と高さを評価できます。電気物理的な課題も同様に対処可能です。部品温度、ヒートフローやヒートシンクの効果、コンデンサやコイルの間隔、さらには代替で調達された部品など、すべて検証できます。LEDとインジケータやライトパイプとの位置関係については、2D図面での確認は必ずしも適切でなく、誰もが2Dの図を頭の中で3Dのイメージに変換できるわけではないので、3D構造で確認する方がはるかに大きいメリットがあります。3Dビューにより、ユーザーインターフェイスのテストを効果的に行い、コストのかかる反復作業を省略できる可能性があります。

しかし、没入型技術がもたらす最新技術は、機械や電気分野だけではなくありません。電気光学、電気機械、電気化学、センサ技術もまた仮想設計から恩恵を受けている分野です。

仮想技術は、PCB設計、ケーブルハーネス製造、ドキュメント作成、ソフトウェアエンジニアリングなどの分野に少しずつ影響を与えていますが、この技術がもたらす合理化のメリットを大きく受けているのは、システムレベルの設計者、エン

지니어リングチームのリーダーやマネージャーたちです。設計プロジェクトの全ての側面の責任を負うことは、デザインを見て、感じて、手に取ることができない場合には非常に困難です。

仮想技術を使うことで、設計マネージャーは製作に取りかかる前にその設計を検討することができますようになります。この新しい現実、コストのかかる反復作業を完全になくすることはできないまでも、削減できるため、プロジェクトを大幅に合理化できます。結果として、市場への投入時間が短縮され、コストを低く抑え、各段階で確信を高めることができます。

この技術に人工知能(AI)を組み込むことで、ARは、より高いレベルでトラブルシューティングやメンテナンスを行うことを可能にするかもしれません。倍率の高い接眼レンズの動画ストリーミングでは、例えば、人の眼が見逃がしやすい小さな接合部の破損を検出できます。AIで学習した性能により、一般的な故障の特徴をすばやく識別し、速やかに修理技術者を問題の対応に当たさせます。このように、仮想世界は自然界に先行して、より品質の高い実世界のモノを作ることができます。

購入体験の未来：Mouser 3.0

没入型の世界での設計と開発のコンセプトを把握することから始めましたが、販売代理店の役割を考えてみることも不可欠です。Mouser 3.0を例にして考えてみましょう。設計者たちが没入型技術を活用し続けるうえで、Mouser 3.0はどのようなものになるのでしょうか。その1つは、エンゲージメントの新しいルールが出来ること、そして最もエキサイティングなことの一つは、製品開発と流通がリアルタイムで行われることです。

ユーザーがマウザーのウェブサイトアクセスして、様々な部品を選び、設計に追加してテストできるようになるかもしれません。没入型環境を利用してさまざまな部品を試し、どのように動作するの

か確認することができるのです。おそらく最初はゴーグルや振動を使って、マウザーのエキスパートがリアルタイムでサポートしながら、設計者は部品を「触り」、「感じ」、回転させることができるでしょう。

設計者たちは、全体的な視点から設計を精査し、現実の世界で未来の製品を観察することができるようになります。これは、時間を節約するだけでなく、最終製品の全体的な品質も向上させます。すでにご紹介したように、シミュレーションツールを使えば、エンジニアリングのイノベーションを加速させ、コストを削減し、製品の品質を向上させます。

コンセプトから細部に至るまで、マウザーは今日既にあるパートナーシップアプローチを飛躍的に拡大することができます。その結果、世界中のエンジニアが、まるで同じ部屋の中にいるかのように、マウザーと共に互いに協力できるようになるでしょう。

いつこれは実現するのでしょうか。私たちが思っているよりも早いかもしれません。次世代のデザインプラットフォームは、統合、データの共有、インテリジェンスの向上をサポートします。設計プロセスや領域を超えた統合は、リソースを最適化し、開発機関とコストを削減します。

課題

没入型の購入、設計、製造は思ったより近いのかもしれませんが、私たちが求めている没入感のある顧客とのインタラクションを実現するには、まだ課題が残っています。そのいくつかを紹介します。

- デザインエンジニアリングとEコマースの両方を十分にサポートするための基本的なウェブ技術の向上
- 個人とチームのための立体視と知覚の最適化
- 2Dと3Dの視覚化環境でのユーザーフレンドリーな要素の実現

- ・ Eコマースプラットフォームを完全にサポートする十分な没入型分析の提供
- ・ 仮想ショッピングに適した没入感のある商品比較の実現

デジタル試作のほかにも、テスト、プロセスの合理化、バーチャル製品を実際にも実現する能力など、製造やサプライチェーンにおいてかなりの利点があります。

Solotko氏は次のように述べています。「設計部品のEコマースはこの没入型ワークフローへと進化するでしょう。今日、私たちがウェブ上で行っているプロセスは、将来的にはVRを活用した没入型のエンジニアリングワークフローにもっとシームレスに統合される必要があります。これは、製造、品質保証、そして最終的にはカスタマーサポートまでに及び、オンライン統合と没入型環境は、エンジニアリング製品やシステムのサービス寿命を延ばすでしょう」。

新たな現実に向かって

ARとVRに関して、現在の現実を検討してみると、私たちが新しい開発体験の一手手前にいることは明らかです。エンジニアたちは、仮想環境で製品をテストしたり、触ったりしながら、設計を行うようになり、やがては、仮想のものを目の前で物理的に実現する製造技術も活用できるようになるはずです。さらに、プロセスがより柔軟になり、コストが削減されることで、購入と生産のプロセスにはイノベーションを実現する余地が生まれ、私たちの生活をさらに変えてゆくでしょう。 **M**



執筆者紹介

Carolyn Mathasは、United Business Media社のEDNおよびEE Times、IHS 360、AspenCoreなどのWeb媒体のほか、企業向けに執筆活動を行うフリーランスライター/サイトエディター。過去にSecurelink社、Micrium, Inc.社にてマーケティング担当ディレクターを歴任し、Philips、Altera、Boulder Creek Engineering、Lucent Technologiesの広報、マーケティング、執筆サービスを担当。フェニックス大学にて理学士号（マーケティング専攻）、ニューヨーク工科大学にてMBAを取得。

仮想世界を実現する3Dサウンド

Jon Gabay (マウザー・エレクトロニクス)

はじめに

世界は絶えず変化しています。この変わりゆく状況は、私たちが世界、機器、人とのように関わるか、その方法も変化していることを意味しています。利益を動機とする以外に、2つの原動力がこの変化を突き動かしています。1つは、テクノロジーが私たちを前のめりにさせ、絶対に手に入れたいデバイスとアプリで誘惑していること。もう1つの原動力は、新型コロナウイルスの世界的大流行が引き起こした健康への懸念です。

娯楽に時間をかける余裕ができたことで、没入型技術は、市場に参入する機会を得ました。仮想現実と拡張現実用のヘッドセットは、現在多くのメーカーからすぐ手に入れることができます。開発ツールを使えば、ホビーユーザーからプロフェッショナルまで世界や風景のレンダリングが可能です。ビジュアルばかり大きく取り上げられていますが、オーディオも同様に進化しているのです。

五感の中で最もありがたいのは、おそらく聴覚でしょう。豊かな自然のさえずりから、フルオーケストラの演奏、霊歌が醸し出す感動まで、聴覚は他の知覚と同様に私たちの心と体に深い影響を及ぼしています。

最新の音響技術

私たちが今存在しているのは、「聞く」という力があるおかげでもあります。たと

えば、狩猟をしていた私たちの祖先は、家族や村の食料を探すために聴覚を使っていました。3次元的に聴覚を研ぎ澄ますことで、命を脅かす危険に気づき、捕食者から逃げるのが可能になります。何かがどこにいて、どのくらい離れて、どのくらいの速さで近づいてきているのかを感じることができたのです。

没入型オーディオは、最先端の音響処理・配信システムです。これを実現するためには、音響処理と、ダイナミックでフルスペクトルなリスニング感覚を提供するために戦略的な配置された、十分に特性化され調整されたウーファー、スピーカー、およびツイーターが必要です。

このような実装は、過去の平均的なオーディオファンの域を超えるものでしたが、映画館や音楽会場は、長年この技術を活用してきました。あらゆる先駆的な技術と同様、この技術はやがて世界中に広がっていきます。

最新のエンターテインメントシステムは、多くの特殊なフィルタや動的処理を利用し、低予算で収まる手頃な実装を実現しています。以前に比べホームシアターの数が増えている今日、とりわけパニングの世界では、没入型オーディオはあらゆるゲームセンターやホームシアターで活用されているはずです。

ステレオでも基本的なサラウンドは可能ですが、今日最も普及しているサラウンドサウンドと3Dオーディオは、[Dolby Digital 5.1](#)技術です。このシステムは、Dolby Digital、Dolby Pro Logic

II、DTS、SDDS、THXと呼ばれています。これらのシステムはすべてリスナーを取り囲むように配置された6個のスピーカーからなる構成を特徴としています(6個が全帯域用、サブウーファーが1個)(図1)。このサラウンドサウンド技術は、映画館で初めて導入され、これによりシステムが進歩し、より費用対効果が高い形で大衆にも提供されるようになりました。

複数のスピーカーを固有の個別のオーディオストリームで駆動し、仮想サウンドの位置がリスナーを取り囲むようにします。この図では、後方の左右のチャンネルが、空間的な奥行きを出すために使用されています。前方左右と中央のチャンネルは横方向の奥行きに使われ、1個のサブウーファーは低周波の低音を部屋全体に響かせます。

理想は、リスナーがリスニングゾーン(またはソファ)の中央にいますが、リスナーはどこに座っていてもわずかな違いを体験することになります。比較的均一なサウンドにより、リスニングゾーンにいる全員が動きのあるサウンドを体験できます。さらに、レコーディングアーティストは、最新CDに5.1サラウンドサウンドトラックを用意し、臨場感をアピールしています。

興味深いことに、正面中央のチャンネルは、人が話す周波数に最適化されています。これにより、リスナーは3Dサウンドに没入している間も会話を聞き分けることができるのです。帯域幅と音の豊かさが進むにつれ、会話を聞き分けるのが

難しくなるため、中央のチャンネルのフィルター処理と増幅により、会話を聞き取りやすくすることができます。

後方中央のチャンネルを1個以上追加すると、6.1サラウンドサウンドに仕様がアップグレードされ(図2)、さらに7.1標準システムでは、後方中央のチャンネルは省略されますが、代わりに左右のミッドチャンネルが追加されます(図3)。

7.1サラウンドサウンド技術は、さらに多くのスピーカーと独自のチャンネルを追加します。2.5次元の立方体または多角形を作り、さらに多くのスピーカー、ツイーター、ウーファーを戦略的な位置に追加できるので、リスナーは2次元と限定された3次元オーディオに没入できます(図3)。真上または真下に来るサウンドは、信号処理により何とか近似できますが、複数のスピーカーが上下に配置されていない限り、完璧なものとはなりません。

ステレオキャプチャからのソースコンバータは、ステレオオーディオ信号を処理して、マルチスピーカーのサラウンドサウンド信号を合成することができます。これは、デジタル信号処理が音源の位置をステレオ音源からほぼ分離できることを示しています。最善の解決策は、3Dマイク構成で音声を取り込み、同じ3Dスピーカー構成で再生することでしょう。ただし、これは面倒で困難なので、信号処理が適切に近似される場合、このレベルまで行かないことがほとんどです。

これが常に最良の方法なのでしょうか？信号処理は、より少ないスピーカーで人間の鋭敏に発達した聴覚をだますことができるのでしょうか。それとも音の壁や天井を作り続けることになるのでしょうか。

オブジェクト志向オーディオ

没入型オーディオの最新の実装は [Dolby Atmos](#) からのもので、劇場用に

設計されています。これまで約5,000の劇場が、最新のオーディオリスニング体験を実現するために64のスピーカーを設置しました。そのため、最大128チャンネルの広範な音源をサポートし、全帯域用、低周波用ウーファーとサブウーファーだけでなく、高周波用ツイーターを搭載することも可能です。

通常のオーディオとは異なり、Atmos(および競合する [Sony 360](#) の規格)は、オーディオオブジェクトのコンセプトを採用しています。オーディオビジュアルレシーバー(AVR)は自動的にスピーカーの数、その種類と位置を検知し、各オーディオオブジェクトのスペクトル構造、増幅場所、速度、方向に関して処理を実行します。しかし、それは音声だけではなく、オブジェクトには、オブジェクトオーディオレンダラー(OAR)がオブジェクトを動かすためのメタデータが含まれています。128チャンネルのうち、10チャンネルはアンビエントシステムに使用され、残りの118チャンネルはオーディオオブジェクトに使用することができます。

すべてのチャンネルがスピーカーであるとは限りません。チャンネル情報は、オブジェクトに対応し、オブジェクトオーディオを処理し、他のオブジェクトオーディオと組み合わせて、各スピーカーに適切なレベルで導くことができます。メタデータを使ってリアルタイムで信号を処理して、音のリアルタイムのミキシングや配信を行うのはAVRに任されています。

ご想像のとおり、ステレオとは異なり、2個のスピーカーを並べればすぐ聴けるわけではありません。Atmosや多くのサラウンドサウンドおよび3Dサウンドシステムでは、スピーカーを設置し、サウンドスケープの正確な一部となるように校正する必要があります。一般家庭では、128チャンネルすべてを使うことはありません。ホームシアターの実装では、34個のスピーカーの配置が標準であるようです。

Atmosは新しいものではありません。2012年にロサンゼルス映画館で

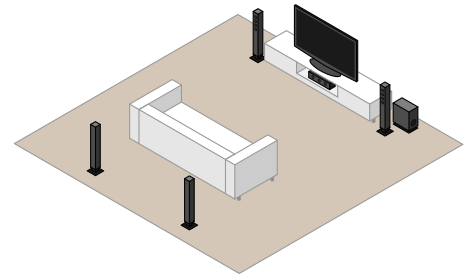


図1: サラウンドサウンド5.1は、6個のフィレンジスピーカーを特定の位置に設置し、リスナーの周りを移動しているように聞こえるオーディオをミックスダウンできるようにします。ここにはウーファーは示されていませんが、通常どこにでも設置することが可能です。(出典: Zern Liew/Shutterstock.com)

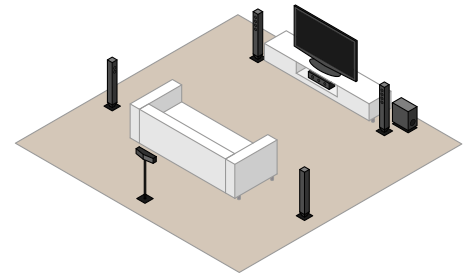


図2: サラウンドサウンド6.1は、横方向に複数のスピーカーを提供し、音声オブジェクトが前方から側方または後方へと動くときに、動いている音声を強調します。ここでもウーファーの配置は任意です。ここでは、低音は関係ありません。(出典: Zern Liew/Shutterstock.com)

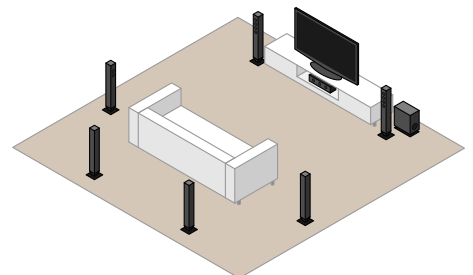


図3: より狭い角度でより多くのスピーカーを配置することにより、特にトラックが正しくミキシングまたは処理されていない場合、あるいはオーディオコンバータがサラウンドサウンドを適切に処理していない場合、オーディオのホットスポットを排除することが可能です。(出典: Zern Liew/Shutterstock.com)

ディズニー映画のプレミア上映に初めて使用されました。それ以来、大規模な劇場、IMAX、プラネタリウム、ミュージカル、演劇、その他の音響アプリケーションは、Atmosを新しい映画やイベントの音声を取り込むためのデファクトスタンダードに押し上げました。また、Atmosは天井のスピーカーを使用して完全に半球状の音響を作り出し、上方からの音響を提供しながらリアルタイムでの処理を容易にします。

かつては、一般的なオーディオファンにとってAtmosはあまりに精巧で高価なものでしたが、今では友人を驚かせるためにスペースと予算をもつファンにとっては、必須アイテムになりつつあります。友人をあっと言わせる確率は高いです。

既に他のサラウンドサウンド技術を導入している場合でも、Dolby Atmosコンバーターを入手し、今あるスピーカーとアンプを使い続けることができます。ただし、天井スピーカーなど、さらに多くのものが必要になります。コンバータは、Dolby 5.1を採用し、17スピーカーのサラウンドサウンド7.4.1実装で変換します。

サラウンドスピーカーを置き換える手段がサウンドバーであることは注目に値します。様々な形態のサウンドバー技術が普及しています。コスト削減、セットアップの簡素化、低電力、ケーブル数の削減、小型化といった明らかな利点が、業界の前進に伴い、この技術を進歩させているのです。

フェーズドアレイ垂直サウンドバーは、フルオーディオスペクトラムを明瞭かつ分離よくエミュレートする能力を実証しています。フェーズドアレイ垂直サウンドバーを使っているミュージシャンなら、6インチスピーカーを備えたサウンドバーコラムは、サウンドの明瞭さに関して、サブウーファー用途の18インチのスピーカーに匹敵すると言うでしょう。これは注目に値します。結果として、水平サウンドバーと、サウンドバーをベースにしたハイブリッドシステム(リモートスピーカーを含む)は、多くのホームシアターとスタジオ

で人気を博しています。

上下のスピーカーはこれを強化し、横方向のスピーカーは、壁や天井で音を反射させ、リスナーの上や背後から音が聞こえてくるようにしています。現在のテスラ・モデル3は、15個のスピーカーのオーディオシステムの一部としてフロントサウンドバー技術を使用しており、サラウンドオーディオと没入型オーディオの機能売りしています。モデル3のリアスピーカーをオフにして、信号処理とリバーブで没入型オーディオモードにすると、その能力が発揮されます。これを試した人は、音が後ろから聞こえてくると言います。評価はまちまちですが、この効果が好きでない人が多いようです。この技術に関してレビュアーの間では賛否両論がありますが、多くのレビュアーが、このサウンドバースタイルの没入型実装は音楽の種類によってうまくいったり、いかなかったりすると言っています。再現される音質は、レコーディングエンジニアのミックスダウン技術により変わるので当然のことです。この技術が進歩すれば、床や天井にスピーカーを設置しなくても、正確な上下方向の没入型音響技術がほぼ実現できるようになります。

キャプチャリングとレンダリング

ゲームのような没入型映像体験は、ほとんどの場合、作成された環境を使用しています。この環境は、サーフェスレンダリングを使い、物理特性を割り当てた3次元構造です。実際の映像をキャプチャし、デジタル処理でつなぎ合わせれば、上下の画像を含むパノラマビューを作成することができます。

国立公園を散策するといった没入型体験では、豊かなビジュアルを統合し、オーディオは録音したクリップを使って合成または作成することができます。これらは、3Dサウンドシステムでオーディオキャプチャされ、没入型体験の一部として使用できます。ヘッドトラッキングで制御される映像のように、音声もヘッドトラッキングで制御される必要があります。

たとえば、小川のせせらぎを正面から聞くのと、背後から聞くのでは音の響きが大きく異なるため、音が人の動きを追っていない場合、没入感は得られません。

幸いなことに、没入感を得るために、3Dオーディオキャプチャを自分で考案する必要はありません。Sennheiserのようなオーディオリーダーが、指向性の高い音をキャプチャするために、分割された軸とデジタルツールを使用して、特殊な真の無指向性マイクを作っています(図4)。AMBEO VRマイクは、影響を受けやすい複数の広帯域マイク素子をサラウンド構成で搭載しています。DearVRマイクロプロセッシングソフトウェアは、指向性のある音声をレンダリングし、標準的なサラウンドサウンド構成を供給することができます。

これを実現するには、オーディオエンジンが頭の向きと動きを把握する必要があります。ヘッドセットを使えば、現在の基準では簡単です。ヘッドトラッキングは、ビデオレンダリング用に組み込まれています。しかし、両耳にしか装着できないヘッドフォンを使って、どのようにして頭の位置に基づいた没入感のあるオーディオシステムを作り出すことができるのでしょうか。ヘッドホンの耳の周りに小さなスピーカーを配置すれば、サラウンドサウンド体験を模倣することができるのです。ほとんどの用途では、ステレオで十分ですが、本格的なサラウンドサウンドと同じレベルにはなりません。

エンターテインメント以外の用途

没入型オーディオ・ビジュアル技術の多くは、エンターテインメントに使用されますが、プロフェッショナルな用途もあります。たとえば、製品の設計エンジニアリングは、映像と音声の両方で没入型技術の恩恵を受けることができます。映像の視点からは、複雑なアセンブリの機械設計を仮想的に構築し、レンダリングし、検証することができます。ジェットエンジンのような没入型アセンブリを構築し、中を開け、ギアとタービンの位置が合っ

ているか調べることができます。地球の反対側にいる修理技術者は、没入環境にいる工場の専門技術者から、何をすべきかアドバイスがもらえます。

没入型オーディオも、エンジニアリングの用途に役に立ちます。自動車を設計するエンジニアたちは、エンジン音とトランスミッション音のレンダリングシミュレーションを聴くことができます。空気の流れ、振動、振幅などの内部環境の制御は、

仮想設計から抽出することができます。たとえば、新車の窓をある速さで開けるときに発生する大きな振動をなくすよう、設計し、テストすることができます。

どのような場合でも、没入感体験には音声が必要です。ただし、すべてのケースでサラウンドサウンドが必要なわけではありません。少なくとも、両耳ヘッドセットで真のサラウンドサウンドが作り出せるようになるまでは、シュミレートされたサラウンドで十分なのかもしれません。M



図4: Sennheiser AMBEO VRマイクのような没入型オーディオキャプチャ技術により、デジタルオーディオエンジンは極の大きさと方向の向きに基づいてサウンドスケープをレンダリングできます。デジタルサンプリングにより、異なる距離にある複数の音源を組み合わせたコンポジットオーディオを作成することができます。

画像出典 -- <https://en-us.sennheiser.com/ambao#segment-teaser-new-24223>

VR空間で行うコラボレーションの未来

David Freedman (マウザー・エレクトロニクス)

没入型技術の今後の向上でさらに豊かなコラボレーションが実現する

Anthony Rowe カーネギーメロン大学電気コンピュータ工学教授

仮想現実 (VR) を見ると、これぞコラボレーションの未来だと感じます。しかし、現在はまだ、日常的に使いたいと思える技術にはほど遠いといえるでしょう。毎日VRを使用しているのは、今のところ私たちのような研究所だけです。

VRには、解決すべき課題がたくさんあります。1つは、アバターの「不気味の谷」現象です。アバターが漫画よりも人に似すぎると、現実味が感じられなくなり、むしろ不気味に感じる現象です。そのため、ユーザーのライブ動画をアバターとして使用しても、今のところうまくいきません。画像も十分に良いものとはまだ言えません。不気味に見えないようにするためには、フィルターをかけて漫画風にする必要があります。ここ [カーネギーメロン大学] では、「Panoptic Studio」というプロジェクトを進めており、人の動きを様々なアングルからキャプチャして、写真のようにリアルなアバターを作ることができます(図1)。不気味の谷を完全に渡り切れたかどうかは何ともいえませんが、そのアバターは不気味には見えません。

「Zoom疲れ」についてよく言われていま

すが、これは平面のスクリーンでやり取りしていることが原因です。しかし、VRを使うとまた違った形の疲労を感じてしまいます。現時点では、Zoom疲れよりひどいものです。その疲れの原因は、「motion-to-photon latency (表示までの遅延)」です。これは 体を動かした時点とその動きがVRに表示される時点の間に遅れが生じる現象です。画素間に空間が存在することによる「スクリーンドア効果」も原因になります。この遅れが原因で映像酔いする人もいます。解像度の向上、可変焦点画像の使用、フレームレートの高速化、処理能力の強化などで、すべて解決できますが、まだコストが高いのが実情です。

また、まるで現実の世界を歩いているように見える、高忠実度のVR環境を作り出すことも、もう1つの大きな向上につながるでしょう。その1つの方法は、現実世界で高品質センサを使用し、画像ヘリクさせることで、これにより物質界とデジタル界が混在した現実の中でバーチャルな存在になることができます。

これらの進歩の多くは、GPSがそうであったように、防衛産業からもたらされることになると思います。軍隊ほど、VRコラボレーションと新しい状況認識方法の開発に興味を持っている人たちはいません。そこには開発するための資金があるので、開発した結果はやがて世界中に広がってゆくでしょう。

VRの普及への道のりと普及後の課題

Jacob Loewenstein 没入型現実ソフトウェア企業Spatial Systems社
バイスプレジデント兼事業責任者

VRコラボレーションは、一部の人がしか購入できない高価なハードウェアでのみ動作する非常にニッチな市場でした。その後、Oculus Quest (VRヘッドセット) の登場によって、手頃な価格で誰でも手に入るようになりました。現在、その販売数は驚異的な勢いで増えています。

ところが、実際のところ、ほとんどの人はVRで仕事をする準備ができていません。ほとんどの人はまだVR用のハードウェアを持っていないのです。そこで、大半のVRアプリケーションに当てはまることですが、VRの使用を会議参加の条件にするのではなく、ウェブブラウザしかない人は、それで参加できるようにしたのです。現在、当社のソフトウェアを使ってVR会議に出席する人の半数以上がブラウザを使用しています。

最終的には、ほとんどの人がVRに参加できる何らかのデバイスを手に入れられるようになるでしょう(図2)。しかし、問題は、今日、ほとんどの人が長時間VR空間にいることに心地よさを感じていないことです。当社のソフトウェアを使用してVR会議に参加しているほとんどの人に関しても、VR空間でクリ



画像: “Lemonsoup14 / stock.adobe.com”

エイティブで生産的でいられるのはおそらく30分が限度です。ハードコアなVRゲーマーですら、1時間を大きく超えてVR空間にいることはありません。

ハードウェアが改良され、より快適に使えるようになれば、それも変わってくるでしょう。パソコンで育った子供たちがビッグユーザーになり、次に、スマートフォンで育った子供たちがビッグユーザーになったように、VRで育った若い世代がそうになれば、状況は確実に変わるはずです。教育界ではすでに多くの使用例があり、MIT、アリゾナ大学、コロンビア大学の社会福祉学部など、いくつかの大学ではVR空間でセミナーを開催しています。

長期的に見れば、VRを使わせるのではなく、VRに依存する人が出てくるのが問題になります。既に1日8時間もVR空間にいるスーパーユーザーがいます。今のところ、それはまだ例外でありますが、今後はさらに増えていくと思います。ユーザーにはVRを使用する上で良い習慣を身につけること、VRを提

供する企業には依存的な使い方ではなく適度な使い方を推奨すること、その両方が求められるでしょう。当社ではユーザーは18歳以上であることを条件としていますが、他社のVRアプリにはその対象が若年層に偏っているものもあり、問題になる可能性があります。

VRの利用が過度になり始めたら、ユーザーが時々VR空間の外に出て、屋外で体を動かすように促すような機能を盛り込む必要が出てくるかもしれません。とはいえ、VRを使用することは、始終ソファでただ座っていることを意味するわけではありません。VR空間にしながら体を動かしている人も既にいます。現実空間では同じ場所にいるだけです。自身の足を実際に使ってVR空間を歩き回れるようにする専用の靴やプラットフォームが存在します。そのようなツールは今後も増えてくると思います。

ビジネスの世界からの大きな要望は、漫画風である代わりに自分を忠実に再現したアバターが欲しいというものです。まだストーリーミング配信される動画では

できませんが、写真から実物に忠実なアバターを作成する機械学習ソフトウェアを使えばそれが可能になるかもしれません。しかし、VR空間でアバターたちがどのように交流するかについてはまだわかっていないことが多くあります。

拡張現実とはコラボレーションツールとして仮想現実を越えるのか

Nikhil Balram 拡張現実テクノロジー企業EyeWay Vision社CEO、元カリフォルニア大学バークレー校視聴科学客員教授

理想とするバーチャル会議とは、生身のリアルな人間とデジタル化された「デジタルヒューマン」を混在させ、全員によるコラボレーションを可能にする会議です。デジタルヒューマンは仮想現実に参加し、リアルな人間は、そのライブでスキャンされ3D投影された映像をARグラスを通し

て見ることになります。ARグラスは視線を曖昧にする傾向があるため、最大の課題はリアルな人間が部屋の中で視線を交わすことができるようにすることです。アイコンタクトや相手の視線を追うことは、コミュニケーションにおいて重要です。

現在、コラボレーションに十分な機能を備えたARグラスはまだありません。開発することもできますが、価格や維持費がかなり高くなるでしょう。それを避ける方法は、ケーブルテレビ局と同じビジネスモデルを使うことです。ケーブルテレビの受信設備を購入することはありません。月額料金を払って借りれば、問題があってもケーブルテレビ局が直してくれます

仮想の画像も見ながら、周囲の状況を確認したい人にとっては、ARは非常に便利です(図3)。多くの場合、人は完全な仮想現実を好み、自分の周りを見る必要はありません。月面を歩きたいと思うなら、自分がいる現実の周囲は目に入れたくないでしょう。しかし、コーヒーショップにいるときに仮想現実でコラボレーションするのであれば、自分の周囲の状況を把握したいと思うはずです。

仮想現実空間から戻ってきたらノートパソコンが消えていたなどということになっては大変です。

VRとARのどちらにもスイートスポットがあり、どちらを好むのかはそこではつきりします。VRとARは互いを補完し合う技術であり、競合する技術ではないのです。 **M**

i.MX 8QuadMax マルチセンサリー・ イネーブルメント・キット (MEK)



mouser.com/nxp-mek



アプリケーションボード3.0



mouser.com/bosch-app-board



BOSCH
Invented for Life

あなたのTQ（技術指数）はいくつ？

Tech Quotientを今すぐダウンロードして、技術力を試しましょう！



Download on the
App Store



GET IT ON
Google Play



MOUSER
ELECTRONICS