

Data Sensorium プロジェクト

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 武蔵野大学アジアAI研究所 公開日: 2024-03-29 キーワード: 作成者: 岩田, 洋夫 メールアドレス: 所属:
URL	https://mu.repo.nii.ac.jp/records/2000266

Data Sensorium プロジェクト

Data Sensorium Project

岩田 洋夫

概要

“Data Sensorium”とは、データベースに格納された情報を、人間の体験として提供するシステムである。これは、武蔵野大学アジア AI 研究所における横断的な共同研究を行うためのプラットフォームとして提案している。その実装に向けて、全方向空間没入型ディスプレイや歩行感覚提示装置などを用いた新たな VR インタフェースの実装を行っている。

1. はじめに

第 6 期科学技術・イノベーション基本計画では、我が国が目指す社会の姿として、サイバー空間とフィジカル空間の融合が述べられている。このようなサイバー・フィジカル社会を支える情報システムの在り方として、筆者は図 1 に示すようなフレームワークを提案している。これは VR 研究が本格化した 1990 年代初頭に、社会の将来像を描いたもので、今日では実現している部分も多い。このフレームワークの中央にある「データワールド」とは、我々の社会における情報のコンテンツが集積されたものである。この中にある「自律的ソフトウェアモジュール」は、蓄積された情報を整理したりフィルタリングしたり、またシミュレーションを行う。今日的に言えばビッグデータと AI である。このフレームワークの上にある「データロボット」とは各種のセンサーを用いて実世界から情報を収集するロボットである。現代ではドローンが典型的なデータロボットである。また、データロボットはセンサーと通信機能があれば何でもよく、まさに IoT である。このフレームワークの下にある「バーチャルリアリティ・インタフェース」は読んで字のごとくであり、データワールドの情報を、五感を用いてユーザーに体験させる。現代では医療分野における手術シミュレータなどが相当する。バーチャルリアリティ・インタフェースをデータロボットに直結すればテレグジスタンスが可能になり、素情報に触れることや遠隔の人との対話が可能になる。今日ではタブレットに車輪を付けた代理人ロボットが実用段階にあるが、これもデータロボットの一形態である。

この図を描いたのは 30 年前であるが、当時は夢物語であったものが現代では様々な形で実現している。例えば、建設現場や農場ではドローンが撮影した多数の映像から 3D モデルを構築する技術が実用化され、製造業ではドイツが国策として推し進める「インダストリー 4.0」のように、IoT が収集したセンサーデータと設計図を合わせて、コンピュータ上で工場を再現しシミュレーションを行い、生産性の向上をねらっている。これらは、データロボットを使ったデー

タワールドの構築例である。3Dモデルが一旦出来上がれば、VRを用いて体験することが可能である。疑似的にでも現場を体験することは、作業の効率向上や安全確保の面で大いに効果がある。

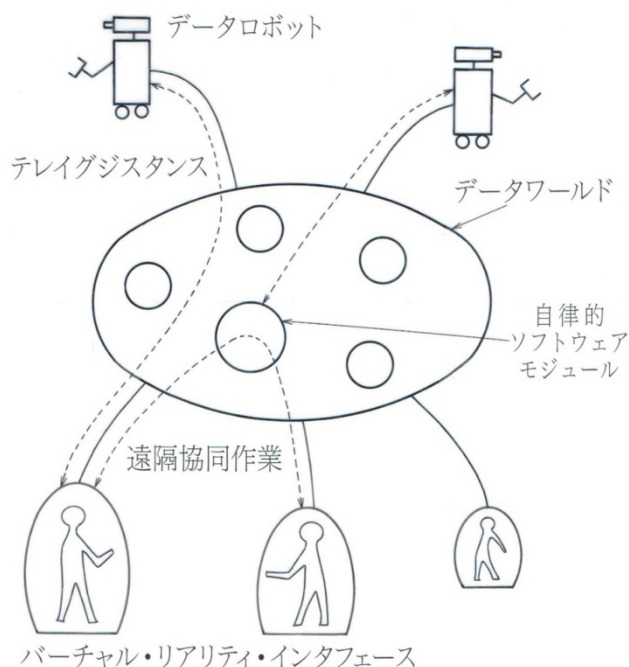


図1 サイバー・フィジカル社会における情報システムの在り方

筆者はこの構想に基づいて、武蔵野大学データサイエンス学部において横断的な共同研究を行うためのプラットフォームとして Data Sensorium を提案している[1]。これは、データベースに保存されたコンテンツの物理的体験を提供するシステムの概念的枠組みである。本稿では、このコンセプトの基本構造、プロトタイプ実装、そして、その展開について紹介する。

2. Data Sensorium の基本構造

Data Sensorium は、ユーザーの身体体験を通してデータを提示することを目的としており、その構造は、“センシング”、“プロセッシング”、“アクチュエーション”の3つの基本機能から構成される。図2は、Data Sensorium のフレームワークを示している。センシング・サブシステムは、特定の場所の多次元データを取得する。センサーとして360度カメラや3Dスキャナーが使用される。プロセッシング・サブシステムは、センシング・サブシステムによって取得された多次元データを記憶し、視覚化する。ビジュアライゼーションの結果を提示するための視覚情報提示手段として、後述する空間没入型ディスプレイに着目している。アクチュエーション・サブシステムは、ユーザーに物理的な体験を提供する。実世界でユーザーの実際の動きを引き起こす様々なインターフェイスデバイスを採用している。例えば、歩行感覚を作り出すロコモーション・インターフェイスがその一例である。空間没入型ディスプレイは、Data Sensorium を利用したグローバルなコラボレーションを実現するために、世界の様々な場所に配置すること

を計画している。

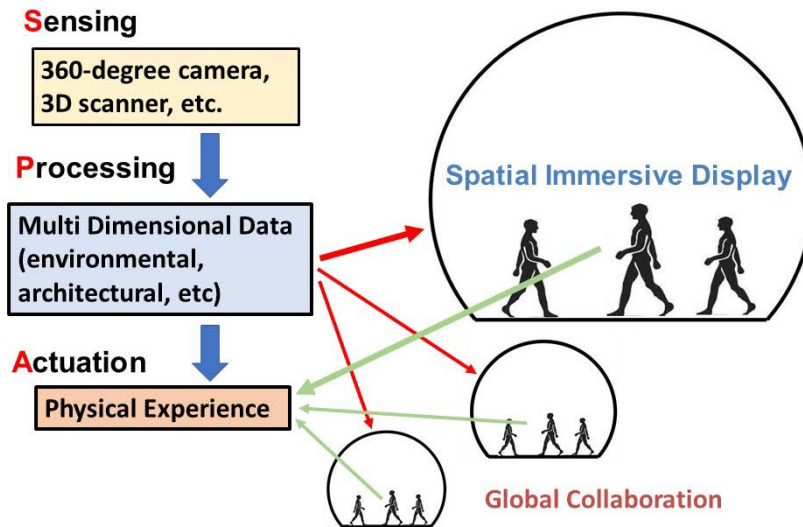


図2 Data Sensorium の概念的構造

3. 空間没入型ディスプレイ

360度パノラマのような没入映像は、データベースに蓄積された環境や建築のコンテンツを可視化する上で重要な役割を果たす。HMD（ヘッドマウントディスプレイ）は、没入映像を表示するための代表的なデバイスであり、今日では広く普及するようになった。VRは、エンターテインメントの分野だけでなく、科学研究や産業応用の分野でも使われるようになっている。しかし、HMDにはいくつかの欠点がある。第一に、HMDは一人のユーザーにしか映像を提供できないため、複数のユーザー間の自然なコミュニケーションに限界がある。第二に、HMDはユーザーの頭部に密着しているため、長時間の使用には違和感がある。第三に、HMDの光学系は人間の目の自然な視野をカバーするには不十分である。

空間没入型ディスプレイはHMDの代替手段である。これは、複数の大型スクリーンや曲面スクリーンで構成される部屋のようなディスプレイである[2]。これは、HMDの欠点をすべて克服するものである。複数のユーザーが一緒に部屋のようなディスプレイの中に入り、物理的に相互作用することができる。ゴーグルを装着する必要もない。部屋全体が映像になるディスプレイは、人間の目が本来有している視野を完全に覆うことができる。

Data Sensoriumでは、このような空間没入型ディスプレイを採用している。現在研究開発を進めているものは、幅4m、奥行き4m、高さ2.25mの立方体のスクリーンを持つ。図3にディスプレイの設置の構成を示す。映像は、壁面用4台、床面用2台、天井用2台の合計8台のプロジェクタを使って各スクリーンに投影される。壁面のスクリーンは裏側にプロジェクタを配置した背面投影のため、参加者の影がスクリーンに映ることはない。また、これらのプロジェクタは立体映像を投影することが可能である。図4はこのディスプレイの概観である。

この中には後述する歩行感覚提示装置が備えられ、体験者は物理的な歩行体験を得ることができる。

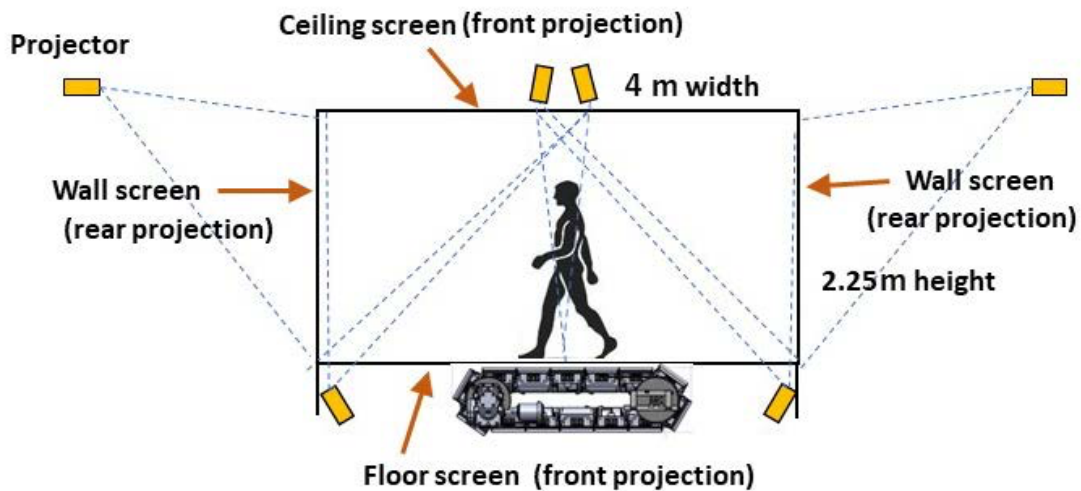


図3 全方向空間没入ディスプレイの構造



図4 全方向空間没入ディスプレイの概観

4. トーラストレッドミル

人間にとって最も生得的な移動手段は足で歩くことである。人間が自分の周囲の空間を認識する場合に、歩いて移動するという行為は極めて重要な意味を持つ。観光地に行った時に、バスに乗って見せられたものと自分の足でつけたものの印象が大きく異なるのは、誰もが持つ経験であろう。歩いたり走ったりすれば地面から抗力や衝撃を受ける。そして、自身の歩行運動に伴って視野全体の見えが変化する。この現象は人間の生活シーンでは当たり前が発生するが、通常のVRシステムにおいてはほとんど実現されていないのが実状である。

ロコモーション・インタフェースとは物理的には存在しない空間を歩行する際に、脚の運動感覚を与える装置のことを意味する。そのような装置を実現するためには、以下の2つの機能が必要である。

- (1) 移動の打ち消し

VR空間において好きなだけ歩き続けるためには、実空間における歩行者の位置を固定したままで歩行感覚が得られる機能を備えなければならない。このような機能を実現するためには、歩行者が床を蹴って歩く時に、前に進む動きを打ち消す仕掛けが必要になる。

(2) 方向の変換

一方、ロコモーション・インタフェースが備えるべきもう一つの機能として、方向の変換がある。好きな方向に行けるのでなければ探索することはできない。移動の打ち消しと方向の変換をどうやって同時に実現するかという問題がこの技術の出発点である。

この課題を解決するためには、全方向に無限に続く床を作る必要があるが、それを行う場合の問題はその機構的な実現方法である。理想的な無限平面は歩行者の乗る部分が平面になっている閉曲面を用いることである。そのような閉曲面を歩行者の運動に合わせて駆動すれば、実空間では体が動くことなしに歩行運動をすることができる。歩行する閉曲面にトーラス（ドーナツのような形）を用いると、閉曲面をベルトの集合で作ることができるので、歩行者が立つ部分は完全に平面にすることができる。各ベルトにはトレッドミルと同様に十分な駆動力を与えることができる。そして、それらの駆動機構はすべて床下に収納することができる。したがって、ロコモーション・インタフェースとして必要十分な閉曲面はトーラスであるという結論を得ることができる[3]。「トーラストレッドミル」という名前はこれに由来している。この装置の各小ベルトはX方向の移動を打ち消し、小ベルトの集合体が直交する方向に回転することによってY方向の移動を打ち消す。図5はこの原理を示したもので、図6はData Sensoriumに搭載した装置の概観である。

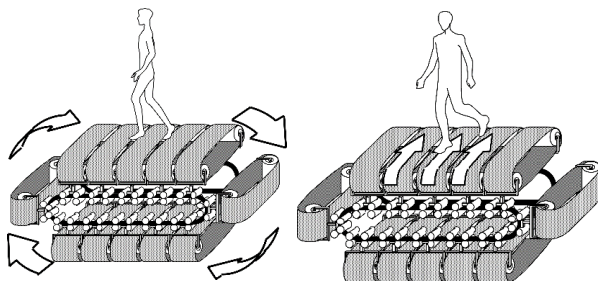


図5 トーラストレッドミルの原理



図6 トーラストレッドミルの概観

5. データワールドの事例：バーチャル美術館

サイバー空間における歩行体験を研究するためには、歩くことに意味のある場所が必要である。本研究では、そのような場所の典型例として美術館に着目している。美術館は、個々の作品を見せるだけでなく、各作品が置かれた場所や作品相互の位置関係によって鑑賞者へのメッセージを伝える、という空間体験を提供する。これが美術館を歩くことの本質であり、それゆえに美術館は観光旅行の目的地の中でも最も人気の高いものの一つである。本研究では、データサイエンス学部の石橋教授との共同により、我が国を代表する美術館の一つであるアーティゾン美術館をサイバー空間に構築している。アーティゾン美術館を運営する石橋財団は、西洋絵

画、日本洋画を中心とする一大コレクションを有し、我が国の文化事業の中核を担ってきた。

サイバー空間における美術館は、以下の3つのデータによって構成される。

1. 美術館の建物（展示室）の3Dモデル
2. 各展覧会において制作される展示用造作壁の3Dモデル
3. 作品のデジタルアーカイブ

通常展覧会を行う時は、作品を効果的に見せるために、それに特化して製作された造作壁を展示室に設置する。したがって、展示空間をデジタル化するためには、これら両方のデータが必要となる。図7は、実際のアーティゾン美術館の展示室の3Dモデルであり、図8は過去の展覧会で実際に使用された造作壁の3Dモデルを加えたもの示している。この造作壁に作品のデータを付加したものが、サイバー空間における展覧会になる（図9）。

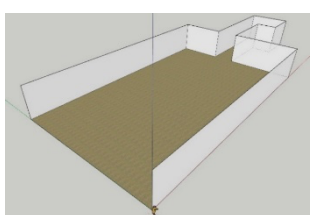


図7 展示室のモデル

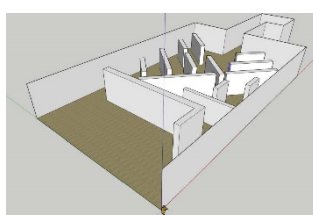


図8 造作壁のモデル

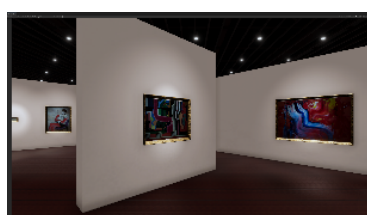


図9 バーチャル美術館

6. データロボットと空間没入型ディスプレイの連携

冒頭で述べたデータロボットを用いると、遠隔地の美術館で撮影された360度映像を全方向空間没入型ディスプレイに投影することができる。本研究ではデータロボットとして、全方向移動台車に全天球カメラである Ricoh Theta を搭載したものを製作している。このロボットには、車輪の進行方向に対して垂直にスライドできる「オムニホイール」を4つ備えている。これらのオムニホイールを組み合わせることで、全方向移動台車は任意の方向に移動することができる。この移動機構は、トーラストレッドミルを動作入力として使った遠隔操作に適している。このデータロボットをアーティゾン美術館に置いて、5Gネットワークを介して武蔵野大学の Data Sensorium サーバーに接続した。図10にこの遠隔鑑賞のシステム構成を示す。

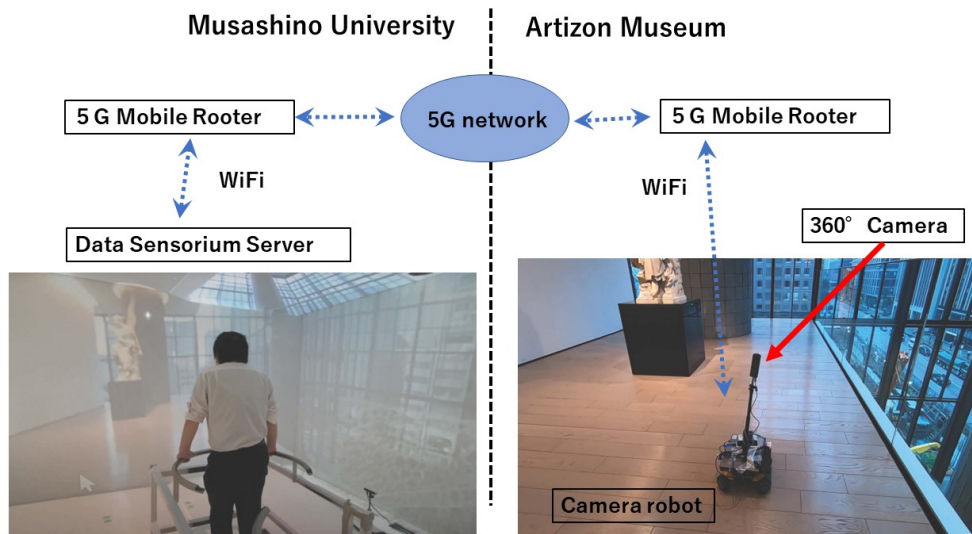


図 1 0 遠隔鑑賞システムの構成

7. 簡易版 Data Sensorium によるグローバルコラボレーション

前述の全方向空間没入ディスプレイは、完全な没入効果を提供するものであるが、一方その実装には多大なコストと設置場所が必要になる。そこで、武蔵野大学以外の場所で Data Sensorium を展開する方法として、大型のフラットパネルディスプレイを複数組み合わせた簡易版を製作している。その一例が、4 台の 85 インチモニターを五角形状に並べたものであり、データサイエンス学部の Virach 教授の協力のもとに、タイのタマサート大学において実装している（図 1 1）。これは、上下の視野角は限定的である一方、水平方向には人間の最大視野角である 200 度程度を覆うことができる。フラットパネルディスプレイはスクリーンに比べて設置が簡単であり、遮光をしなくても使えるという利点がある。



図 1 1 簡易版 Data Sensorium

8. おわりに

本稿では、Data Sensoriumの基本構想と、プロトタイプの実装について述べた。そして、その応用としてバーチャル美術館を紹介した。このシステムの応用は美術館に限らず、データサイエンス学部清木教授が主導する、プラスチックごみの回収活動における司令塔的な役割を果たすことが可能である。さらにVirach教授が主導するAI Ready Cityにおける都市計画への応用も進められている。このように、Data Sensoriumは、グローバルコレボレーションの今後に展開が期待される。

参考文献

- [1] Hiroo Iwata, Shiori Sasaki, Naoki Ishibashi, Virach Sornlertlamvanich, Yuki Enzaki, Yasushi Kiyoki, Data Sensorium: Spatial Immersive Displays for Atmospheric Sense of Place, Information Modelling and Knowledge Bases XXXIV, Vol. 364, IOS Press, 2023, p. 247-257.
- [2] Hiroo Iwata, Rear-projection-based Full Solid Angle Display, Proceedings of ICAT'96; 1996; pp. 59-64
- [3] Hiroo Iwata, The Torus Treadmill: Realizing Locomotion in VEs, IEEE Computer Graphics and Applications; Vol.19 No.6, 1999 p. 30-35