

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 12 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24300044

研究課題名(和文) "MEMORY BLOCK" FOR SPATIALIZED KNOWLEDGE

研究課題名(英文) "MEMORY BLOCK" FOR SPATIALIZED KNOWLEDGE

研究代表者

CASSINELLI ALVAR (CASSINELLI, ALVARO)

東京大学・情報理工学(系)研究科・助教

研究者番号：60422408

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、三次元空間における研究者間の交流・研究者本人の思考の外在化を目的として、神経科学における脳に関するデータベースシステム「BrainCloud」を構築した。本システムでは神経科学における研究者の科学的な知見がネットワークを介して創造・探究されるだけでなく、脳の領野に関するメッセージ、メモ、参照先としてのリンクがユーザー間で三次元座標を有して共有されるものとなっている。本システムを構築したことで、従来定位が難しかった研究や概念を、三次元情報を用い、ユーザーの空間感覚に根ざしてアクセス可能なツールを実現した。また、現在もユーザーに積極的に用いられていることから、学術的な発展に寄与した。

研究成果の概要(英文)：The final prototype was named BrainCloud:the objective was to create,maintain and explore a network of researchers with scientific affinities; to create, maintain and explore a brain atlas of messages, notes, or links to references; and to update researchers on current activities depending on the preferred area of interest.Here, area must be understood here literally, as a piece of surface or volume in the brain.It also allows following specific researchers activities while offering visibility and handling open discussion on specific topics of temporary relevance.Our intention was to design the application in such manner that researchers would use it next to the other tools when doing research (searching, reading, and writing).It is meant to be a small piece of software to discover and relate to current global related reserch activities.It serves to connect to researchers and research sources depending on their location in the brain.

研究分野：ヒューマンコンピュータインタラクション、バーチャルリアリティ

キーワード：空間的な拡張現実 トラッキング 情報検索 プロジェクションマッピング

1. 研究開始当初の背景

科学における出版物の指数関数的増加は、研究者にとって自身の分野の最新の状況を得ることを困難にしている。これは生物学、特に分子生物学や遺伝子学で顕著であり、一般的に科学の複雑系の研究（例えば脳や地球の気象について）でも見られ、短期間で膨大なデータや研究論文が学際的に生み出されている。これらの研究において、物理的な対象に関する複雑性が考慮されるとき、日々新発見が生まれているが、同時に各々の分野の地図上の領域が開拓もしくは拡張されているといえる。そのため地図上の位置は、従来の位置と異なる場所にマッピングされると考えられる。これらの位置関係は研究当事者の空間記憶によって自由に配置されると同時に、記憶に頼っているためあやふやな構造になっているともいえるため、冒頭に述べたように研究者自身の位置付けを正確に得ることは難しい現実がある。これに対し、思考の構造の外在化を補助するツールとして、一般的にマインドマッピングソフトが知られ、思考の空間的な外在化の一助となっているが、2次元的事象であることとテキストベースであるため、実空間との間にインターフェースとしての隔たりが大きい。そこで本研究では、仮想的な三次元のデータコンテナを実空間に重畳する手法を提案し、従来定位置が難しかった研究や概念を、実体の無い「クラウド」を用いて表現することを目指す。この際、意味空間における関係性に依存することなく、よりユーザーの空間感覚に根ざしたツールとなることを考慮する。

2. 研究の目的

本研究の目的は、空間に対しあるコンテキストを持つ仮想的なオブジェクト（以降メモリーブロックと呼ぶ）を重畳するアイデアにもとづき、密集したデータベースから容易に情報取得可能なインターフェースを構築することである。この際、仮想的なオブジェクトはオンラインで共有可能であるものを目指す。メモリーブロックは仮想的な本棚であり、従来のカタログやアルファベットの索引を用いずとも、容易にデータアクセス可能な形状であることが望ましい。メモリーブロックはメモ、文献、連絡先等あらゆる情報を扱えるものとする。三次元のコンテナの表現手法は任意であり、小型の手で抱えるサイズだけでなく、建築空間や近代的なランドスケープ等の施設も重畳先として想定している。ところで、記憶宮殿における座の方法とは、古来より用いられてきた、人間が新しい情報を三次元空間に関連付けて記憶する記憶術である。本研究ではこの手法から飛躍し、個人に閉じた記憶術ではなく、間個人的な三次元空間における情報の配置と取得を目指す。これは空間的な情報を空間に重畳（AR もし

くはMR）することや、そうした情報に対するインターフェースを開発することを技術的に開発することを含む。本原理の実証として、我々は学術的な神経科学におけるデータベースを閲覧及び構築可能なインターフェースの構築をゴールとして設定する。

3. 研究の方法

本研究は3つのアプローチ及びフェーズとして想定される。

- (1) シングルユーザーに対するメモリーブロックインターフェースの構築を実施する。
- (2) マルチユーザー向けであり、且つ人々が空間的な位置を共有して議論及び共同作業可能なインターフェースの構築。
- (3) 共同作業可能なインターフェースとしての概念を拡張し、BrainCloudの構築を行う。

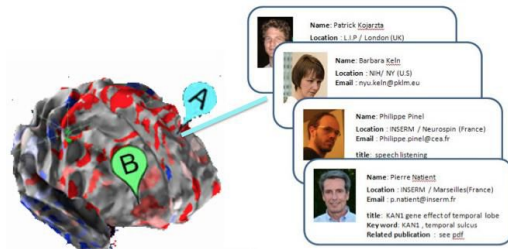


図1. BrainCloudのコンセプト図

BrainCloudを構築するにあたり、三次元情報の表現手法として、ボリュームレンダリング技術を用いる。この手法を用いることで、三次元情報は詳細に任意視点で画像生成されるため、ユーザーが自分の意思で三次元空間上を遷移可能である。単純な遷移だけでなく、回転、拡大、断面図生成といった三次元空間を自由自在にブラウジングすることが可能なAR技術の一つである。本研究代表者が実現したVolume Slicing Displayを基幹技術として挙げると共に、BrainCloudの物理的なプロトタイプとして位置づける（BrainCloudはソフトウェアであるため）。

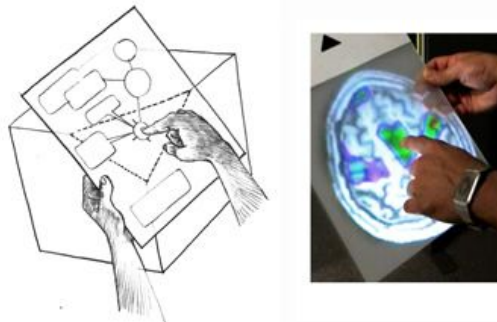


図2. Volume Slicing Display

4. 研究成果

主たる研究成果として、BrainCloud システムの構築の構築が挙げられる。本システムでは神経科学における研究者の科学的な知見がネットワークを介して創造・探求されるだけでなく、脳の領野に関するメッセージ、メモ、参照先としてのリンクが共有されるものとなっている。これらの情報は脳における三次元位置としてマッピングされているため、どの研究者がどの位置に興味があるかといった、メタ的なブラウジングも可能となっている。三次元の情報を探求するため、システム内を領野別、座標軸に応じた遷移も可能となっているため、ユーザーは様々な視点で神経科学の知見を深め、交流するツールとして活かすことが可能である。また、情報のアップデートを時系列で追うことが可能であるため、今現在どの脳の領野が集中して研究されているか、自分の研究の周辺は直近で研究が進行しているのかといったことを調べることに適しているため、過去の情報を集積するだけでなく新規の研究の方向性を練るツールとしても活用可能である。

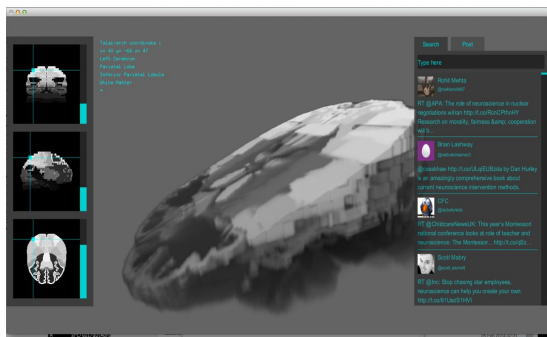


図 3. BrainCloud による脳断面図

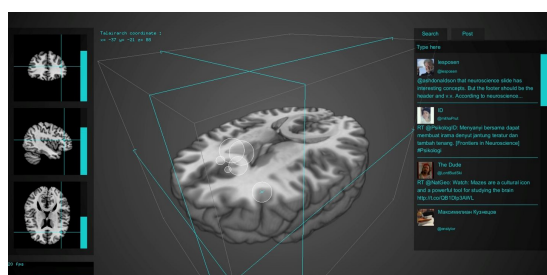


図 4. BrainCloud における三次元位置表現例 (ユーザーのマウスカーソル位置が白い丸に対応している)

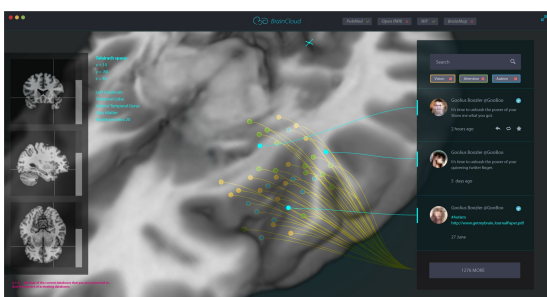


図 5. BrainCloud のソーシャルネットワークとしての活用のされ方

図 3 から図 5 までに BrainCloud の実際のインタフェース画面を示す。中央のメイン画面では脳画像が見られる。脳データ表現手法として図 3 では MNI Colin 27 が用いられているが、図 4 では Talairach で表示されており、ユーザーの好みで選択可能であるが、領野や細胞の種類、組織の種類等の脳に関する情報は Talairach でラベル付けがなされている。本メイン画面ではユーザー自身と他のユーザーの活動を重畳することが可能であり、図 4 で見られるように、他のユーザーがいつどの部分に対し活動(メッセージやメモの投稿等)が行われたのかを、空間的に把握することが可能である。これにより、神経科学の研究者同士の交流が生まれ、横断的に神経科学の研究が促進することが今後のシナリオとして考えられる。

図 3 から図 5 に共通して、左ペインでは XYZ 軸における断面図が図示されている。図 3 及び図 4 における右ペインでは現在表示されている脳の三次元座標位置周辺の研究者及びその活動が表示されており、図 5 ではキーワードに関する検索結果とその位置が表示されている。

本システムを構築したことで、従来定位が難しかった研究や概念を、三次元情報を用いてユーザーの空間感覚に根ざしてアクセス可能なツールを実現したといえる。また、本原理の実証として、神経科学におけるデータベースを構築し、現在もユーザーに積極的に用いられていることから学術的な発展に寄与したといえる。研究の遂行にあたり、想定していた手法手順である(1)シングルユーザーに対するシステムの構築、(2)マルチユーザーに対するシステムの構築、(3)BrainCloud の構築の 3 要件を満たすことができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔学会発表〕(計 7 件)

Watanabe Ch., Cassinelli A., Watanabe Y., Masatoshi I.: Generic Method for Crafting Deformable Interfaces to Physically Augment Smartphones, ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2014.4.26-5.1, Toronto, Canada

安井雅彦, カシネリ アルバロ, 奥村光平, 奥寛雅, 石川正俊: 追跡の光線投影による残像を用いた大空間情報提示手法の提案と基礎検, 第 18 回日本バーチャルリアリティ学会大会(VRSJ2013), 2013.9.20, グランフロント大阪(大阪)/論文集, pp.499-502

Puig J., Perkis A., Hoel A.S., Cassinelli A., A-me: Augmented Memories,

SIGGRAPH ASIA 2013, (art paper),
2013.11.19-22, Hong Kong

Puig J., Perkis A., Pinel P., Cassinelli A., Masatoshi I.: The neuroscience social network project, SIGGRAPH ASIA 2013 (poster), 2013.11.19-22, Hong Kong

Steimle J., Benko H., Cassinelli A., Ishii H., Leithinger D., Maes P., Poupyrev I.: Displays Take New Shape: An Agenda for Future Interactive Surfaces. CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing, ACM Press, 2013.4.26-27, Paris, France pp.3283-3286

Cassinelli A., Anglesleva J., Watanabe Y., Frasca G., Ishikawa M.: Skin Games, Proceedings of the ACM international conference on Interactive Tabletops and Surfaces (ITS'12), 2012.11.11-14, Cambridge, America pp. 323-326

Cassinelli A., Manabe D., Perrin S., Zerroug A., Ishikawa M.: scoreLight & scoreBots, Proceedings of the 2012 ACM annual conference extended abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '12), 2012.5.5-10, Austin, America, pp.1011-1014

〔その他〕

BrainCloud 使用の様子

<https://vimeo.com/102375914>

Projector hacking workshop by Elliot Woods

<https://hackpad.com/PROJECTOR-HACKING-WORKSHOP-notes-aonGE2BXYmr>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

Cassinelli Alvaro (Cassinelli, Alvaro)
東京大学・大学院情報理工学系研究科・助教
研究者番号：60422408

(2) 研究分担者

渡辺 義浩 (WATANABE, YOSHIHIRO)
東京大学・大学院情報理工学系研究科・講師
研究者番号：80456160