



ジェスチャを利用した仮想空間上での 多人数向けマインドマップツールの実装と評価

宮杉 紘行^{*1} 赤池 英夫^{*1} 中山 泰一^{*1} 角田 博保^{*1}

Implementation and Evaluation of Multi Player Virtual Reality Mind Map Support System by Gesture Manipulation

Masayuki Miyasugi^{*1}, Hideo Akaike^{*1}, Yasuichi Nakayama^{*1} and Hiroyasu Kakuda^{*1}

Abstract – In this paper, we propose a mindmap support system. In this system, multiple users can make and share mindmap in virtual reality space. We have implemented and evaluated this system.

Keywords : VR, interface design, communication, information design

1. はじめに

本研究では、トニー・ブザン^[1]が提唱した発想法であるマインドマップ¹を多人数かつ効率的に行うため、ヘッドマウントディスプレイ（HMD）とハンドジェスチャを用いるシステムを提案する。

マインドマップとは、発想の中心となるテキストや画像を中央に置き、そこから放射状に枝、テキスト、画像を加え発想を促す方法である。そしてこれを支援するデスクトップとiPad向けソフトウェアとしてiMindMap^[2]がある。iMindMapではマウスやタッチパネルを使って図1のようなマインドマップを作成することができる。しかし、既存のマインドマップ支援ソフトウェアには、二次元に情報を置いているため情報量が限られる、また、マインドマップを複数人で扱えないといった問題点がある。そこで本研究では三次元の仮想現実（VR: Virtual Reality）空間を用いて、情報をより多く配置でき、複数人でマインドマップを扱える支援システムを作成する。また、直感的であるハンドジェスチャによる操作も提案、作成する。

2. 関連研究

多人数で編集するソフトウェアの例としてGoogleDrive^[3]の編集ソフトがある。自分以外がドキュメントを編集していると、その編集場所に名前とマークが表示される。この表現により、多人数向けソフトウェアで他人が現在どこを編集しているかを把握することができる。

ConstellationVR^[4]は手によるジェスチャで操作し、文字と文字を線で結ぶソフトウェアである。ハンドト

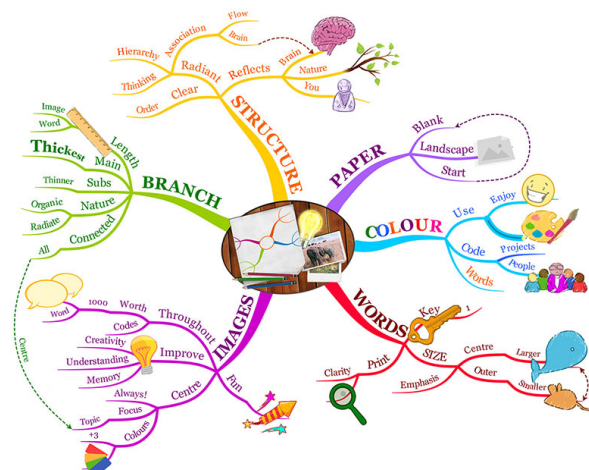


図1: マインドマップ
Fig.1 The mind map.

ラッキングセンサーにはKinect^[5]を使用し、カードは音声によって入力されている。

筆者ら^[6]はラベルと呼ばれるアイデアを書いた小さな紙片状のオブジェクトを、VR空間上でハンドジェスチャを用いて操作するKJ法^[7]²支援ソフトウェア『KJVR』を製作し評価した。結果として机上でのKJ法よりVR空間上にてハンドジェスチャで操作した方がラベル枚数が増えた時に操作時間が変わりにくい事が分かった。この結果より、情報の増えるマインドマップにおいてVR空間での表示とハンドジェスチャによる操作は有用と考えられる。

3. 提案手法

3.1 マインドマップの三次元表現

マインドマップは従来紙の上で行われていたもので、欠点として紙のサイズが限られることにより情報量が

^{*1}: 電気通信大学大学院 情報理工学研究所

^{*1}: The University of Electro-Communications

1: 「マインドマップ」は「アンソニー・ピーター・ブザン」の商標登録

2: 「KJ法」は株式会社川喜田研究所の商標登録

限界がある事が挙げられる。これを解決するものとしてソフトウェアによるマインドマップがあり、仮想デスクトップ空間を利用することで、紙上のものより情報量を増やすことができる。しかし、これらの方法は二次元に情報を配置するものである為、三次元空間を利用することでさらに情報量を増やすことができると考える。本研究ではこの三次元マインドマップの表示、操作を提案、実装する。

3.2 手全体の使用

iMindMap の様なデスクトップソフトウェアではマウスを用いて操作するが、これにかわる直感的な方法として手による直接操作が考えられる。そこで本システムではマインドマップの要素や画面を、ハンドジェスチャを使い操作する方法について提案実装する。

3.3 複数人で作業できる環境

複数人でのマインドマップは、ブザンが著書にて

グループ・マインドマップを作成すると、必然的に同意が生まれはじめ、団結心が強まり、全員の脳がチームの目標や目的に集中する。また、グループ・マインドマップが集団としての記憶の「ハードコピー」にもなり、その場で達成されたことについて会議の終了時にメンバー全員が同じ、包括的な共通理解を持つことが保証される^[4]

とし、複数人でマインドマップをする事の重要性を説いている。しかし、iMindMap の様な既存のソフトウェアではグループマインドマップをすることができない。そこで、本研究ではマインドマップを複数人で行う環境の実装評価を行う。

4. 設計方法

4.1 使用デバイス

3.1 節については、三次元マインドマップの表示および操作のために、頭の位置センサー、頭の向きセンサーを取り付けた HMD を使用する。これにより三次元空間に置かれたマインドマップをあらゆる角度から眺められる他、頭の位置をずらしカードの後側を確認することが可能になる。

3.2 節については、手による直接操作のために、手の位置を検知するハンドトラッキングセンサーを用意し、ジェスチャを使用する。ジェスチャの種類については 4.3 節にて触れる。

3.3 節については、グループマインドマップを実現するため、VR 空間上に相手の手を表示し相手がどこを操作しようとしているのかを表示する。

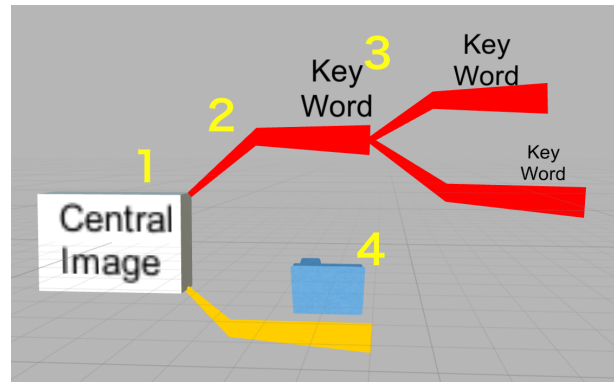


図 2: 本システムのマインドマップ
Fig.2 Mindmap representation of our system.

表 1: オブジェクトの役割

Table 1 Description of object.

図 2 内 番号	名称	説明
1	セントラルイメージ	マインドマップのスタート地点。中心のアイデア。
2	ブランチ	セントラルイメージやブランチから伸ばす。
3	キーワード	ブランチの傍らに書く文字。
4	キーイメージ	ブランチの傍らに書く画像。

4.2 マインドマップの要素

マインドマップを構成する要素として、セントラルイメージ、ブランチ、キーワード、キーイメージ（以下これらをオブジェクトと呼ぶ）があり、各オブジェクトが持つ役割は表 1 のようになる。本システムではこれらオブジェクトを図 2 の様に表現し、また、本システムにおける各オブジェクトの詳細と操作は 4.4 節にて触れる。

4.3 ジェスチャの種類

ジェスチャは表 2 のものを使用する。このジェスチャをオブジェクトの特定の部分に行うことで、マインドマップの各種操作が可能である。

4.4 オブジェクトの操作

4.4.1 入力について

マインドマップにおいてセントラルイメージとキーワードにて文字、キーイメージにて画像を扱い、文字や画像の入力が必要になる。そこで本システムではこれらの入力を音声にて行う。文字入力においては音声をテキスト化するが、画像の入力については、予め様々な画像が入ったプリセットを用意しておき、音声に応じて適当な画像が選ばれるようにする。

4.4.2 セントラルイメージ

図 3 のセントラルイメージとはマインドマップにおいてアイデアの中心となるものである。これに対する操作としては作成、テキストや画像を書き込む操作が

表 2: ジェスチャ仕様

Table 2 Specification of gesture.

名称	説明と仕様
グラブ	オブジェクトの上で、手を握る。手が握られ、しきい値以下になった時に掴むと判定、しきい値以上になった時に離すと判定。
タップとドラッグ	人差し指で VR 上のオブジェクトを叩く。指がオブジェクトに向かってユーザ方向からしきい値以上の速度でオブジェクトに入った時に決定。その後人差し指を伸ばしたまま移動させるとドラッグ動作を行い、ユーザ方向にしきい値以上の速度で離れた時にドラッグが終了する。
引っ張り	両手で VR 上のオブジェクトをグラブし、両手の距離を広げてしきい値以上になった時に決定。
スワイプ	オブジェクトが無い場所で手のひらを前に出し、被験者から見て左右どちらかにしきい値以上の速度で動かした時決定。
ピンチインアウト	オブジェクトがない場所で両手のひらを前に出し、間隔を開いたり狭める。

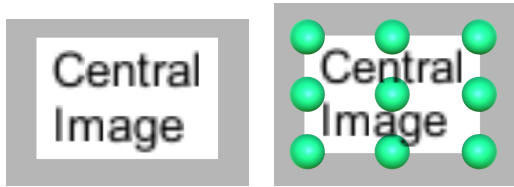


図 3: 手を近づけている時といない時のセントラルイメージ

Fig.3 Central image (when hand is near or far).

ある。本システムではセントラルイメージをテキストが書かれた小さな長方形のオブジェクトで表現し、手を近づけると周囲に 8 つの球、中央に 1 つの球が表示され、ユーザはこの球に対し、表 3 のジェスチャを行い、操作する。

4.4.3 ブランチ、キーワード、キーイメージ

ブランチはセントラルイメージ及びブランチから広がる線、キーワードはブランチに付属するテキスト、キーイメージはブランチに付属する画像である。これに対する操作としてブランチは作成、削除、移動、キーワードとキーイメージは作成、変更がある。本システムではこれらを図 4 の様に表現する。これらオブジェクトに手を近づけると球が表示され、ユーザはこの球に対して表 3 のジェスチャを行い操作する。また、キーワードとキーイメージは基本操作が同じであるため、タップで操作すればキーワード、ダブルタップの操作はキーイメージといったように、タップの回数で判定する。

また、キーワードとキーイメージの入力操作について

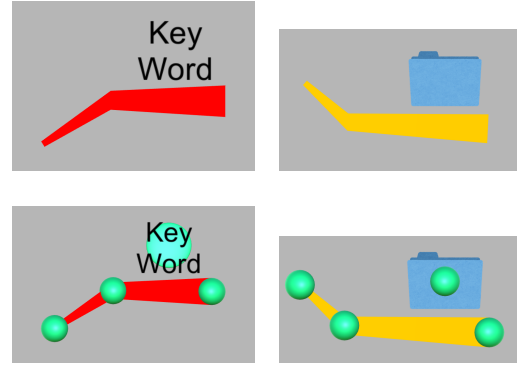


図 4: 手を近づけている時といない時のブランチとキーワード・キーイメージ

Fig.4 Branch with keyword or keyimage (when hand is near or far).

表 3: 操作と使用ジェスチャ

Table 3 Manipulation and gesture.

セントラルイメージ		
操作名	操作説明	ジェスチャ等仕様
作成	セントラルイメージを作成する。	システム開始時に自動的に追加。
文字の書き込み	セントラルイメージに文字を書き込む。	セントラルイメージの中心の球でタップ。
画像の書き込み	セントラルイメージに画像を書き込む。	セントラルイメージの中心の球でダブルタップ。

ブランチ		
操作名	操作説明	ジェスチャ等仕様
セントラルイメージから作成	セントラルイメージからブランチを伸ばす。	セントラルイメージ周囲の 8 つの球をタップし、ドラッグする。
ブランチから作成	ブランチからブランチを伸ばす。	ブランチ両端の球をタップして伸ばす。
ブランチを移動	ブランチの両端の位置を移動する。	ブランチ両端の球をグラブして、移動先でグラブを終了する。

キーワードとキーイメージ		
操作名	操作説明	ジェスチャ等仕様
作成	ブランチに付属するキーワード（キーイメージ）を作成する。	ブランチの中心の球をタップ（ダブルタップ）し、その後音声入力を行う。
変更	作成したキーワード（キーイメージ）の内容を変更する。	キーワード（キーイメージ）中心の球にタップ（ダブルタップ）し、その後音声入力を行う。

ては、ジェスチャ後に発話、音声認識を行い、それを使い入力する。また、キーイメージについては、発話単語に応じて画像のプリセットを表示する。

表 4: ハンドジェスチャによる画面操作

Table 4 Screen manipulation by hand gesture.

操作名	操作説明	ジェスチャ等仕様
画面の回転	VR 空間内で見る向きを変える	オブジェクトの無い場所で、スワイプを行う。
視野の拡大縮小	画面で見える範囲を広げたり狭める	オブジェクトの無い場所で、ピンチアウトで視野の拡大、ピンチインで視野の縮小をする。

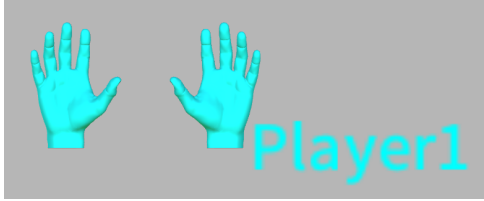


図 5: 自分以外の手の表示
Fig. 5 Display of other user.

4.5 画面の操作

HMD 上は図 2 のような VR 空間が表示される。ユーザは見たたい向きを変えたい時、頭を上下左右に動かし、その向きに向ける事で画面が遷移する。また表 4 の様に、見たたい向きを変える時にはスワイプジェスチャを、視野を広げたり狭めたいときはピンチインアウトジェスチャをする事によっても画面を操作できる。

4.6 複数人での作業

4.6.1 相手の表示

複数人で作業する際、自分以外がどこで作業しているか把握する必要がある。そこで、本システムでは相手が今どこを操作しているのか、手を VR 空間上に表示する。また、表示された手が誰の手か把握するため、図 5 のように自動的に色分けし、手の横にユーザ名を表示する。

4.6.2 机を囲んで行う環境

本システムのマインドマップは空中に浮かんでいるセントラルイメージを四方八方にブランチを伸ばし進める。また図 6 の様に、ユーザはマインドマップを中心にして、その周りに配置される。

5. まとめと今後について

本研究では複数人で行うマインドマップ支援ソフトウェアを設計実装した。今後の予定として、本システムと iMindmap でより規模の大きい比較実験を行い、負荷調査、操作方法が適切かどうかの評価を行う。これで有用性の認められないものについては改良を加えることでシステムのユーザビリティを高め、システムを改善する。

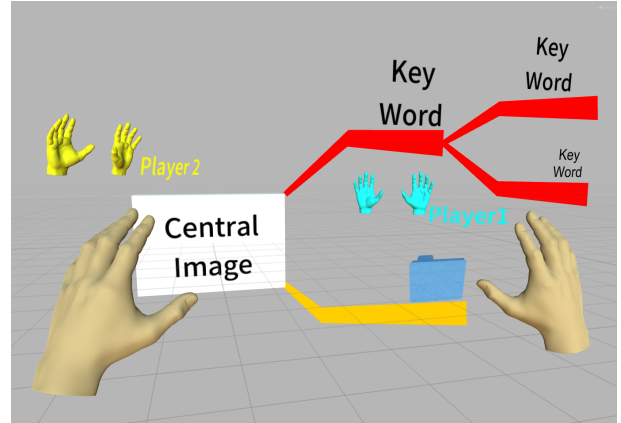


図 6: 複数人での作業イメージ
Fig. 6 Image of multiple players.

参考文献

- [1] Buzan,T.,Buzan,B.(著), 近田 (訳): 新版 ザ・マインドマップ, (2013).
- [2] iMindMap; <https://imindmap.com>
- [3] Google Drive;
<https://www.google.com/intl/en/drive/>
- [4] ConstellationVR;
<https://github.com/ConstellationVR>
- [5] Kinect Sensor for Xbox One Review - Microsoft Store;
https://www.microsoftstore.com/store/msusa/en_US/
- [6] 宮杉, 角田, 赤池: KJVR:ジェスチャを利用し仮想空間を用いた KJ 法支援システムの提案と評価; 電気通信大学エンターテインメントと認知科学ステーション 第 9 回シンポジウム, (2015).
- [7] 川喜田: 発想法 創造性開発のために; 中央公論社, (1967).