

ボクセル立体デザイナー

3-Dimensional Designer Using Tangible Voxels

○大野 真央 土井滋貴

奈良工業高等専門学校、電気工学科

1. はじめに

近年、情報技術の発展から3次元による情報処理の需要が増え始めている。そこで、本研究では、ユーザがブロックを組み立てるようにインターフェースを操作し、形成した物体を空間的かつ構造的にデータとして取り込む3次元入力装置を提案する⁽¹⁾⁽²⁾。

2. 提案する3次元入力装置

本研究で提案する装置のように入力装置がある状態にあるとき、それ自体に“変化”を与えることで入力を行なうインターフェースをTUI (Tangible User Interface) という⁽³⁾。TUIは、デジタル情報に物理的実体を与えることで人間の手で直接操作できるとともに、人間の感覚で認知可能なインターフェースである。その例として、そろばんがある。そろばんは珠(たま)を移動させることによって演算を行ない、演算結果を珠の状態から視覚的に判断する。

本研究ではTUIによる3次元入力装置の検討を行なう。TUIに基づいて物体の形成を考えたとき、自由度が高いものとして粘土細工があるが、粘土細工のように構成される1つの粒子が微小である場合、その電子化の実現は難しい。そこで、3次元画像に注目する。図1のように3次元画像はボクセルという単位立体体から形成される。本研究では1つの粒子を大きくしたボクセル形状の物体によるTUIの検討を行なう。図2は今回検討する装置の構想図で、ブロック状の構築物体をPCと直接接続し、3次元画像としてPC上で再現する。

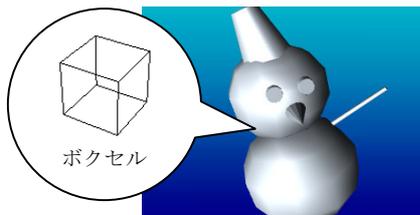


図1 ボクセルから成る3次元画像

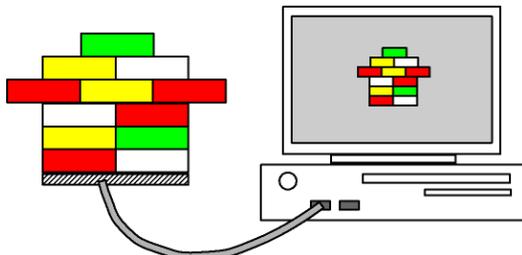


図2 提案する装置の構想図

3. 各アプローチ

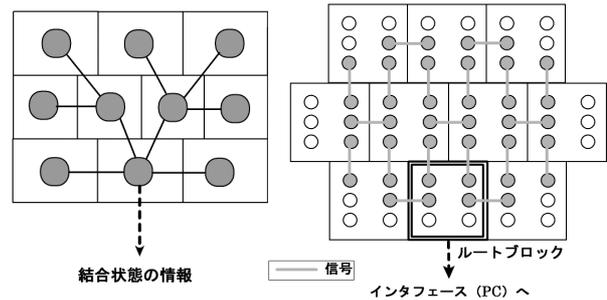
3次元入力装置の開発研究を進めるにあたって、いくつかのことを検討した。

3.1 平面評価システム

3次元を表現する情報を処理することは一般に難しい。そこで、まず2次元によるブロックから全体の通信方法や得られた構造の情報の出力方法を検討していく。

平面における理想的な通信方法が図3(a)のような通信であり、各ブロックの情報がそれぞれ下方方向に自身の情報を伝送していき、最終的に情報が集まるブロックから情報を取り出し、PC上のソフトウェアで位置情報に変換してそれを基に構造を再現する。

図3(b)は今回考案した全体の通信方法の概要図で、それぞれが持つ6つのシリアルポートによって通信を行ない、各ポートはブロック内部のMCU (Micro-Controller Unit) によって管理される。上位のブロックから下位のブロックに情報を送り、下位のブロックのMCUでその情報が処理され、さらに下位のブロックに送信し、ルートブロックからPCへ全体の情報を送り出す。



(a) 理想系 (b) 考案した方法

図3 全体の通信の例

この通信方法で正しくブロックの位置を再現できるかどうかブロックの試作とその評価を行なう。今回は図3(b)の構造の平面ブロックを図4のような構造で試作した。図のようにポート間はシリアル通信による非同期行なわれ、1つのポートを1つのAVRMCUが管理し、6つのMCUがI²Cによって結合情報の同期化が行われている。この実験機を複数個作製し、実証実験を行なう。実証実験の様子の一例を図5に示す。

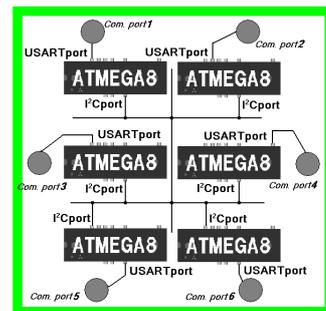


図4 平面要素の試作機の概要図

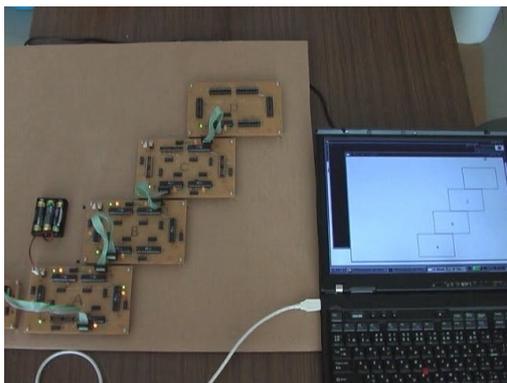


図5 通信実験の様子

試作機の通信実証実験において、平面における通信では、図のように上部に向かって構築された形状は正しく再現されたことが実験から観測できた。

3.2 赤外線通信実験

関連する研究から通信ポートの無線化が推奨されている⁽⁴⁾。そこで、扱いが容易な赤外線による基本的な通信実験を行ない、その特性や通信に必要な条件を調査する。赤外線通信部にはフォトインタラプタ (SHARP 製 GP1L03) と、赤外線 LED (東芝製 TLN119) とフォトトランジスタ (東芝製 TPS616) を用いて、それぞれで検証を行なう。その実験の様子を図 6 に、赤外線通信実験で TLN119 と TPS616 を用いた場合に得られた波形を図 7 に示す。

赤外線通信のボーレート可変実験と距離測定の実験から、赤外線通信はブロック本体の通信に十分利用できることが確かめられた。

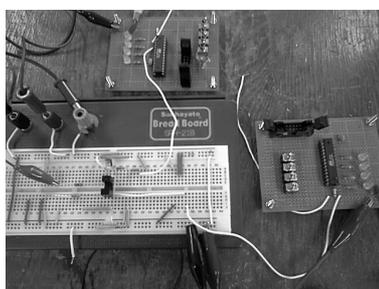


図6 実験評価装置の概観

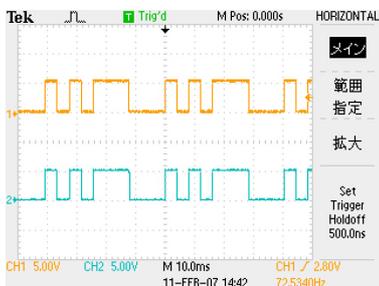


図7 赤外線通信中の波形 (CH1:送信、CH2:受信)

3.3 3次元描画ソフトウェアの評価

3次元を描画するソフトウェアには OpenGL を用いることとし、その基本的な動作の確認を行なう。開発環境には Microsoft 社が提供する Visual C++を用いて、C 言語でプログラムを作成する。その描画の一例を図 8 に示す。

OpenGL を用いた 3次元物体の描画実験では、図のよう

な立方体 (ボクセル) を描画でき、キーボードなどの入力によって変数の値を変更させ、視点や物体の回転角等を調整することができた。このことから、本研究で求められる出力システムとして利用できると思われる。

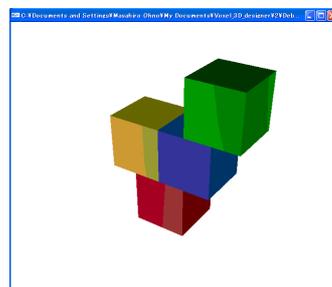
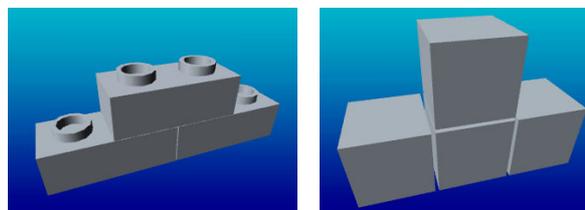


図8 3次元物体描画の例

3.4 3次元ブロック化への課題

本研究で提案する装置のハードウェアの1つの要素の形状は、それ自体をボクセルとみなすことができ、簡単に構築できるものが良い。そこで、図9のように2つの形状について考察した。図9(a)のようなブロック玩具のような機構では、簡単に結合できるが図の下部のように隣り合った要素との通信には工夫が必要である。一方で、図9(b)のようなキューブ型は、表現の効率が良いためユーザが表現することができる構築がより広がると考えられる。そのような理由から、本研究ではキューブ型形状の要素を採用することとした。しかし、この形状には互いに結合するための機構を別に設ける必要があり、それらには構築時の容易性、結合力や機構自体の耐久性、また、作製の容易性の問題がありそれら全ての条件に適用できる機構を考えることが求められることがわかった。



(a) ブロック玩具型 (b) キューブ型

図9 要素の形状

4. まとめ

本研究では TUI による 3次元入力装置を実現するためのさまざまな基礎的な研究を行ってきた。今回検討してきたことを発展・応用させていくことで提案した 3次元入力装置を実現が可能であると思われる。

文 献

- (1)大野真央、土井滋貴：“ブロック玩具のよる 3次元入力装置の開発” 電気関係学会関西支部連合大会,(2006)
- (2)OHNO Masahiro, DOI Shigeki: “3-Dimensional Shape Capture Using Intelligent Blocks as Direct Modeling” Poster No.9 in DIGITEL2007, IEEE (2007)
- (3)K. Camarata, E.Y. Do, B. R Jhonson, M, D Gross “Navigating Information space with Tangible Media” UW, DMG (<http://depts.washington.edu/dmachine>)
- (4)J. Nielsen, H. H. Lund: “MODULAR ROBOTICS AS A TOOL FOR EDUCATION AND ENTERTAINMENT” CELDA2005 IEEE (2005)