

### 3次元構造物を遠隔地で再現する試み<sup>1</sup>

デモ－18

山之上 卓<sup>\*</sup>, 筒井保博<sup>\*</sup>, 筒井隆夫<sup>\*</sup>

+九州工業大学情報科学センター, \*産業医科大学産業生態科学研究所

#### 1. はじめに

物理的な構造物について、それがどのような部品がどのように結合されて構成されているか？その構造物の内部状態が現在どのようになっているか？などを自動的に解析することができれば、その構造物と同じものを作成したり、構造物の修理や保守を行うのに都合がよい。

構造物の3次元情報を得る方法として、従来から、ステレオカメラ、レーザ光線、接触センサー等を使う方法がある。これらの方法では、構造物内部の情報を得ることは難しい。

構造物内部を含めた3次元情報を得る方法として、CT スキャナやMRI などがあるが、この場合、対象とする構造物より大きな装置が必要であり、X線や強力な磁気などによる危険性の問題もある。また、対象とする構造物の動的な性質や電気的な性質を完全に把握することは難しい。

本論文では、部品間の結合機構に加えて、部品間がどのように結合されているかを部品自身が認識し、部品間で情報交換を行う機構を持つ部品を紹介し、この部品で作った3次元構造物を遠隔地で再生する方法を示す。この部品によって構成された3次元構造物は、その構造物そのものの構成や構造物の内部状態やその性質を自分自身が認識し、それを外部に伝えることができる。このとき、外部からは見ることができない内部の構造や状態の情報も外部に取り出すことができる。

遠隔地に同じ部品とそれを組み立てる受信装置(小型工場)を用意しておき、外部に取り出された3次元構造物の構成情報を遠隔地の受信装置に送信し、この受信装置が、受信した情報に従って、元の3次元構造物と同じものを組み立てることによって、その3次元構造物を遠隔地で再現させることができる(図1)。

この機構は、立体構造のコンピュータへの入力、模型の応力測定装置などにも応用可能である。

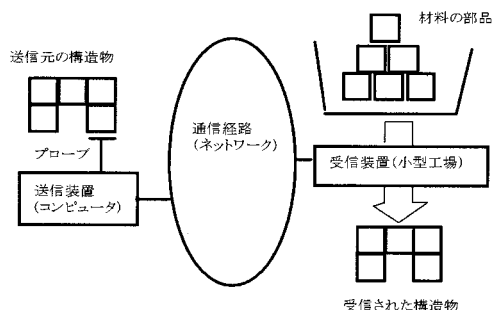


図1 3次元構造物を遠隔地で再現するシステムシステム

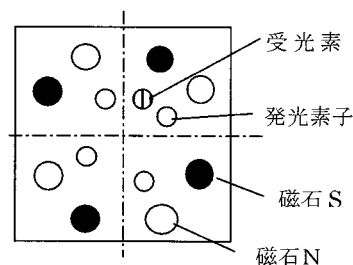


図2 ブロックの面

#### 2. 構造物を構成する部品

構造物を構成する部品として、まず、大きさが同じ正6面体のブロックを取り上げる。ブロックの各面は図2のようになっている。ブロック同士を結合するため、磁石のNとSまたは、突起と窪みなどを、対称軸に対して相補的に配置した構造になっている。このことにより、面が重なるどの向きでも、部品を結合することができる。発光素子と受光素子は、部品がその面で結合されたとき、どの向きで結合されたかを認識すること、部品間の情報交換を行うために使用される。

<sup>1</sup> A Method for Reproduction of a 3D Structure at Remote Place, +T.Yamanoue, Kyushu Institute of Technology, Tobata, Kitakyushu, Japan, \*Y.Tsutsui, \*T.Tsutsui, University of Occupational and Environmental Health, Yahata-nishi, Kitakyushu Japan

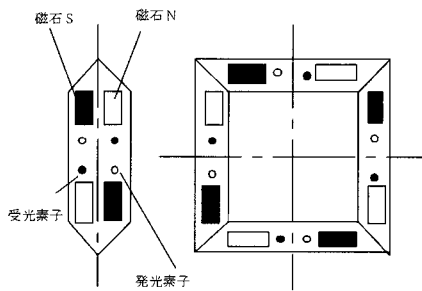


図 3 部品の例

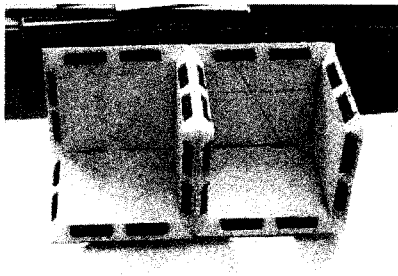


図 4 図 3 の部品を使って組み立てられた構造物の例

図 2 のように発光素子と受光素子を配置することによって、部品同士がこの面で結合されたとき、どの向きで結合されたかを知ることができる。また、対面した発光素子と受光素子のペアが 2 組できるため、これを使って情報の送受信を行うこともできる。

次に正 6 面体のブロック間の接続と情報交換のしくみをそのまま使って、図 3 のような部品も考えることができる。図 3 の部品を使って組み立てられた構造物の例を図 4 に示す。

### 3. 自己構造解析の概要

構造物を構成する部品の結合面と同じ機能をもったプローブを、この構造の他と結合していない結合面に接続し、プローブから解析開始信号を構造物に送り出すことによって、構造の解析が開始される。

解析開始信号を受け取った部品は、その部品が既に解析開始信号を受け取った部品でなければ、その信号を受け取った面ではない面それぞれについて、他の部品が結合されているかどうかを調べ、部品が結合されていたら、解析開始信号をその面から送信する。その後、その面から結合された部品の解析結果を受け取り、この面とその部品がどのように結合されているかという情報と共に、最初にこの部品が解析開始信号を受け取った面を通じて、解析結果を

送信する。最後に、この部品そのものの状態を送信して、この部品の解析処理を終了する。この処理は、言語解析における、構文木の構成手法と類似している。構造解析の詳細については、文献[5]で示されている。

### 4. 3次元構造物の再生

図 1 の受信装置は、受信した情報にしたがってコンピュータ制御のロボットアームで部品を組み立てる機構で実現できる。また、3 次元構造のみを再現する場合は、3 次元プロッタや光硬化樹脂を用いた 3 次元光造形装置などで実現できる。

### 5. 関連研究

福田らは、ロボットを複数の小さなロボット（セル）で構成したセルロボットの研究を行っている[1]。システムワットはブロックを接続することによって、一種の LAN を構成しブロック間の通信を行う玩具を開発している[2]。伊藤らは、システムワットのブロックで組み立てられた構造物の構造をリアルタイムで取り出すシステムを開発している[3]。中野は、相補的な構造による部品の結合や、進化するロボットなどについて述べている[4]。

### 6. おわりに

物理的な構造を自己認識させるための部品、および、その応用例などについて述べた。今後、様々な拡張や改良を行う予定である。

この送受信システムそのものが、このブロックにセンサーやアクチュエータなどを加えたもので構成されていれば、一種の self-reproduction(self-replication)システムを構成することができる。

### 謝辞

本研究はテクノサロン What How For 北九州の議論の中で生まれました。関係者に感謝します。

### 参考文献

- [1] T.Fukuda and T.Ueyama, "CELLULAR ROBOTICS AND MICRO ROBOTICS SYSTEMS", World Scientific, 1994.
- [2] 菊池 日出男, "組立ブロック及び組立式玩具システム", 公開特許広報(A), 特開平 10-108985, 1998.
- [3] 伊藤他, "リアルタイム 3 次元形状モデリングとインタラクションのための双方向ユーザインタフェース ActiveCube", 情報処理学会論文誌, Vol.42, No. 6, pp.1338-1347, 2001.
- [4] 中野馨, "脳を作る", 共立出版, 1995.
- [5] 山之上他, "物理的な構造の構文解析とそれを実現する部品", 情報処理学会第 61 回全国大会論文集, 5Q-03, 2000.