

建築物とメディア表現技術の統合を目指すインタラクティブな空間構成のためのモジュール構造体:IMSS Project

松岡 湧紀¹ 山本 さき¹ 飯島 好美¹ 馬場 哲晃¹ 土屋 真¹ 串山 久美子¹ Verl Adams¹

概要: コンピュータが様々なプロダクトや物質に埋め込まれ、ネットワークに接続されるユビキタス社会が実現しつつある。そうした発想は、建築物にも取り入れられ、多数の研究報告がなされている。一方で、建築物は都市空間の中で、空間を構成するだけでなく、印刷物や液晶ディスプレイなどを用いて不特定多数の人へ向けた情報発信にも活用されている。本稿では、建築や構造物と、メディア表現技術の統合を目指し、プログラマブルな構造体を構成するモジュール/マテリアルを検討し、実装を行った。制作したシステムは、採光を調節する調光機構と、LED による発光がコンピュータによって制御され、光と影の演出による表現が可能となっている。また、磁石によるモジュールの連結機構により、空間設計者によって組み替えが容易に行える。建築物本来の有用性と本システムが作り出すメディア表現が統合されることで、動的に変化可能な建築物と人の関係性、コミュニケーションを作り出すことを追求した。

Towards Combining the Beauty and Utility of Architectural Materials with Interactive Media Technologies : IMSS Project

YUKI MATSUOKA¹ SAKI YAMAMOTO¹ YOSHIMI IJIMA¹ TETSUAKI BABA¹ SHIN TSUCHIYA¹
KUMIKO KUSHIYAMA¹ VERL ADAMS¹

Abstract: Recently, computer are incorporated to products or matters, the idea of physical computing and internet of things realized by degree. There is report that have vision for future architecture adopted such ideas. On the other hands, in the city, various type of information are available in abundance all around us. In this paper, we will integrate interactive media technologies into the design of architectural modular screen structures. we tried to make prototyping. we propose a simple modular framework for architectures. Our module can be connected by magnetic parts by a easy way to attach and detach. Also user can arrange the way of combining. we investigate the relationship between human and architecture and the creating communication by towards combining the utility of architectural materials with interactive media technologies.

1. はじめに

コンピュータの小型化、軽量化によりフィジカルコンピューティングの可能性が広がっている。物質的な制約が小さくなり、我々の生活環境の中へとますます多くのコンピュータが入り込んでいる。従来、身の回りにある道具や物質の振る舞いは一定であり、変化が必要な場合は人間によって調整がなされていた。しかし、ここに小型化したコ

ンピュータが加わることで、人間ではなく道具や物質の側が環境や要求に応じることを可能とする研究が盛んに行われている。さらには Radical Atoms[3] のような状態を変化させることができる物質を構成要素とし、環境や要因による適応性を持った物質を構成する提案がなされている。このような発想を建築の分野に応用する報告もなされている。従来、空間構成を行うためのパーティションやブラインドのような構造物は、その機能を果たすために構造物自身は静的であり、状況の変化への対応は人間の手によって行わなければならない。しかし、建築物や構造物などにアクチュエータが組み込まれ、環境や利用者に応じて

¹ 首都大学東京大学院システムデザイン研究科
Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University

ソフトウェアによってその性質を制御される「プログラマブル建築」が提案されている [2]。モニュメントやランドマークは多くの人の目に同時に触れるシンボルであるように、何らかの情報がそこに表されており、それ自身が公共性を持った一種のメディアと考えられる。壁面やパーティションは空間を隔てることを目的としているが、同様に建築物やその構成要素もその様式によって、メディア性が表現されている。すなわち、巨大な構造物や建築には、その場に存在する多数の人に何らかの情報を発信できるという特徴を持っている。構造物による情報発信は、その外観デザインに加え、印刷物や液晶ディスプレイ、近年ではプロジェクションマッピングなど様々である。さらに、構造物自身がその性質を変化させ、情報環境と実世界のオブジェクトを動的に適応していく試みが報告されている [10]。これらの先行例では、建築や物質が動的な振る舞いを行うための構成要素として、多くは動的な変化が可能なモジュール、もしくは可塑性を持った物質を組み合わせることで実装され、人間と建築の動的な関係を示している。しかし、動的な建築環境そのものを利用者や空間の設計者自身が構築していくことは言及されていない。そこで本稿では、1) 環境へと適応可能な構造を持ち、2) 自然界に存在するものをメディアへと変換でき、3) それ自身もピクセルの役割を果たし、4) 更には利用者が構成容易なモジュール性を持った Interactive Modular Structure System を提案する。具体的には、モジュールに装備されたパネルを使い、太陽光を通したり遮ったりすることで光と影のメディアを作り出す。さらにモジュールに取り付けられた LED により発光が可能であり、これらのアクチュエータはモジュール内部に設置されたマイコンによって制御される。また、磁石によって連結、取り外しが可能であり、空間設計者の必要に応じた構造物を構成することができる。このシステムによって太陽光を取り入れたメディア表現、動的な環境光や環境情報の提示、公共空間における新たなコミュニケーションの創出などの応用が可能となる。

2. システム

2.1 システム概要

本システムのコンセプトスケッチを図 1 に示す。提案するシステムは、空間設計者が容易に構造物を構成可能なモジュール性を持ち、それらはコンピュータによって動的に制御が可能となっている。建築物の有用性とメディア表現技術の統合を目指す。

2.2 モジュール

図 2 に制作したシステムのモジュールを示す。モジュールはアクリル板の筐体を持ち、一辺が 180mm の立方体となっている。前面に採光を調節するための可動パネルが取り付けられている。内部にはサーボモータ、フルカラー

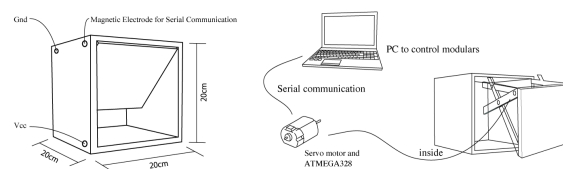


図 1 システムのコンセプトスケッチ

Fig. 1 concept of our idea.



図 2 モジュールのプロトタイプ

Fig. 2 prototype of module.

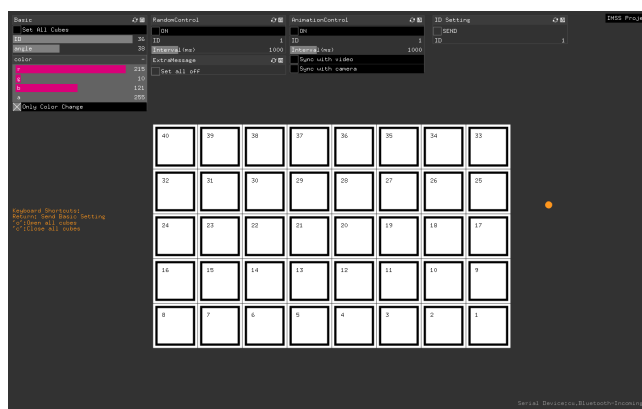


図 3 制御ソフトウェアのインターフェース

Fig. 3 controller of devices.

LED、それらを制御するマイコン (ATMEGA328) が設置されている。筐体内部のフルカラー LED により、モジュール自身が発光することでピクセルの役割を果たすことができる。また、モジュールの各側面に取り付けられた磁石によって、モジュール同士は構造物として連結し、電気的にも接続する。各磁石は内部でアクチュエータを制御するマイコンへと接続されており、電力供給、ホストコンピュータとのシリアル通信を行うための電極としても機能している。そのため、構造物を構成するモジュールの一つに電力供給とシリアル信号の送信を行えば、接続されている他のモジュールにも供給と送信が可能となっている。

2.3 ソフトウェア

図 3 にシステムの制御ソフトウェアを示す。まず、各モジュールはソフトウェアから ID を指定することで識別する。その ID に従って信号を送り、システム全体が制御される構成となっている。ソフトウェアからは任意のモジュールを指定し、パネルの開閉角度、LED の色を数値によって制御可能である。また、各種の発光パターンが用意されており、ランダム発光、ID 順での発光、動画ファイルの再生などがある。さらに、制御ソフトウェアを起動しているコンピュータの WEB カメラから取り込んだ映像を、構成しているモジュールの数に応じたディスプレイとして映し出すことも可能となっている。

3. 応用例

3.1 光と影の演出

図 4 に本システムが作り出す光と影の演出を示す。パネルの開閉によって光が当たる部分と影を作り出し、形を表現する。光と影により作り出される形状はプログラマブルであるため、構造体以外の空間上の壁面や地面に対して、アニメーションなどの表現も可能である。また、パネルの開閉によって、空間の開放性とプライバシー性を利用者の必要に応じて動的に適応させていくことで、空間内の居住性を改善する。(図 6) 建物を覆うファサードとして使用することで、公共空間における開放性とプライバシー性、多数の人へ向けた光と影による情報提示が、環境や場面に応じて両立されることが考えられる。

3.2 アンビエントディスプレイ

モジュール自身の発光により、環境光を作り出すことが可能であることを図 5 に示す。モジュールがひとつのピクセルの役割を担うと考えれば構造体全体がアンビエントディスプレイとなる。今回製作したプロトタイプサイズから、精細な映像を投影するというよりは環境情報など大まかな情報を提示することで、情報が周辺環境に溶け込むアンビエントメディアへの活用が適していると考えられる。また、一般的なインテリアデザインとして、間接照明の機能を合わせ持つ。

3.3 コミュニケーションの創出

空間を作り出す構成要素は、それ自身が空間へ情報を提示するメディアとなりうる。公共空間や大きな共用スペースでは、壁面や地面などの面積に準ずる表現があれば、多種のコミュニケーションが創出できる。例えば、手元のスマートフォンなどで作成した模様や形状などの情報を、本システムの制御を行うホストコンピュータに送信し、それが映し出されることで多数の人へと向けた情報発信が可能となる。本プロトタイプモジュールは OSC 通信を用いた、モジュールを操作可能な iOS アプリケーションを実装

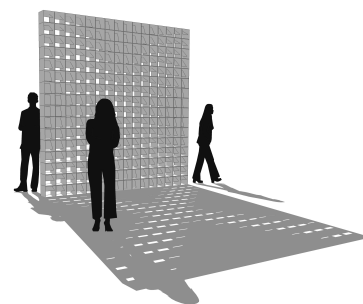


図 4 光と影によるメディア表現

Fig. 4 Media Expression by light and shadow.



図 5 アンビエントディスプレイ

Fig. 5 ambient display.



図 6 動的なブラインド

Fig. 6 dynamic blind.

している。(図 7)

3.4 モジュール性

本システムのモジュール性を図 8 に示す。空間設計者の意図に応じて、組み換えが可能であることも大きな特徴である。各側面には物理的な接続と、電気的な通信を行う磁石が取り付けられているため、どの側面に他のモジュール

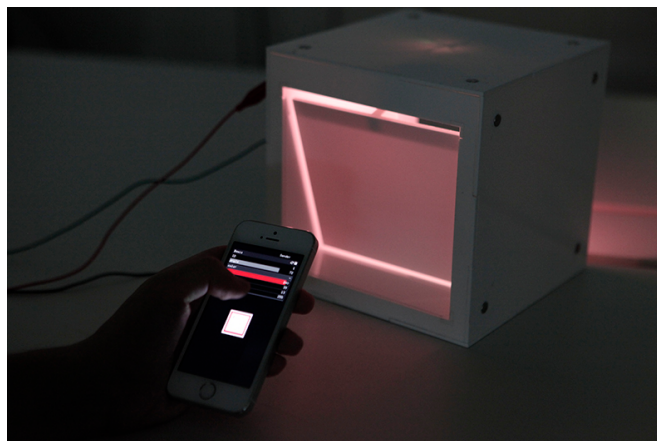


図 7 iOS アプリケーションによるモジュール操作
Fig. 7 control by iOS application.

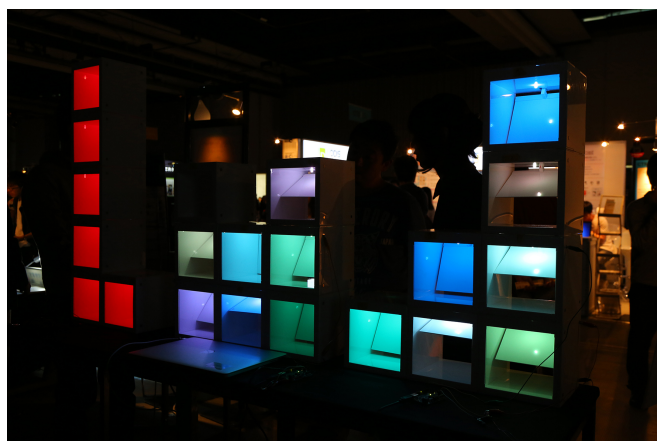


図 8 様々な形状へと組み替えが可能
Fig. 8 user can rearrange the system.

を接続しても電源の供給と通信が可能となっている。接続は磁石によって行われるため、取り付け、取り外しは非常に容易となっている。

4. 関連研究

環境の変化や利用者の好み、必要性に応じてその性質を動的に変化させる「プログラマブル建築」の概念は、その概念を壁/窓に適用した暦本純一の Squama で提案されている [2]。透明度が制御可能なモジュールを用いて、窓あるいは壁面を構築している。各モジュールの透明度が独立して制御され、実世界モザイクやプログラマブルな影を実現し、プログラマブル建築の調停可能現実”Mediated Reality”への可能性を言及している。武井祥平らは現実世界のオブジェクトと情報環境をつなぐ試みとして、実オブジェクトの空間的配置を制御するためのアクチュエータを開発している [10]。さらに、その応用として武井らは実世界にポリゴンを作る、巻尺を使った 3 次元形状表現手法 MorPhys[11] を報告している。MorPhys は四面体を構成するそれぞれの辺を伸縮させることで様々な四面体形状を

表現できる。これを変形可能な建築物の部材や舞台装置などに応用することを目的としている点から、本稿の研究と関連がある。同様に、コンピュータグラフィックスの幾何学形状を物理的に再現する試みとして Morphing Cube[12] は、外枠の各頂点に設置されたアクチュエータによってゴム製の立方体に変形し、形状を表現する。また、橋本直らによる Lighty[13] はコンピュータ制御可能なロボティック照明群を、タブレット上でペインティングを行うことで住空間の輝度分布を自由にデザインできるシステムを提案している。建築の分野に限らず、素材や物質そのものの性質がプログラムによって制御され、目的に応じた振る舞いを行うといった発想は Radical Atoms[3] や Programmable matter[4] など多くの報告がなされている。橋場康人らは自然界の振る舞いの一つである創発現象をモデルとしたプロダクトデザインについて研究している [5]。その中でも Light node は、光に反応して自身も発光する、単純な入出力を行う機能を持ったモジュールを用いて、光の移ろいを表現している。また、ユーザが自由に構成可能であり、組み合わせ方によって多方向の結果を得られると報告されている。日本の建築でも、黒川紀章による中銀カプセルタワービルのようなユニット性をもった可変な建築物が実現されている [8]。また、モジュール性を持った材料を組み立てることで構造物を構築する試みとして Christopher Romano と Nicholas Bruscia は折り曲げた 152 枚の薄い鋼鉄のシートを用いて 6m の台形状の壁面を構築している [6]。さらに、Jean Nouvel によるアラブ世界研究所では、240 枚のアルミパネルが壁面に設置されている。それぞれのパネルには絞り機構が取り付けられており、採光を調節することが可能となっている [7]。

5. 議論

暦本純一の報告では、サーフェスコンピューティングとプログラマブル建築の方向性についても言及されている。サーフェスコンピューティングは住空間のあらゆる面がコンピュータへとアクセスするインタフェースになるうる可能性を追求しているのに対し、プログラマブル建築では住環境の改善、物理的な環境改善を主な目的としている。一方、本研究はそういった概念を踏襲しつつ、ユビキタス社会から、情報環境がより人の生活の中へ溶け込んだ状態であるアンビエント社会 [9] へ向けて建築物とメディア表現技術の統合を目指している。本稿のシステムは空間を構成する構造物として人間の情報環境に溶け込み、コンピュータと人間のサーフェスとして情報提示を行うという、アンビエント社会が実現された未来の都市空間のインタラクションを示している。今後の方向性として、人間の振る舞いや周辺環境のセンシングと本システムによる情報提示、メディア表現の結びつけを追求し、検証していく必要があると考えられる。また、実用的な用途以外にも、モジュー

ルが即座に組み替えられる特性を生かし、本システムを用いたパフォーマンスによるエンタテインメント表現への応用なども期待される。その他に、公共空間だけでなく居住空間など、目的に応じてスケールの異なるモジュールを用意することで空間設計の多様性が広がり、個人の住環境での適用も考えられる。

6. まとめ

本稿では、モジュール性を持ったプログラマブルで構造物を構成可能なマテリアルを検討し、実装を行った。今回の研究では、採光を調節する機構とLEDによる発光を行うモジュールを組み合わせ、機能を獲得する構造物を構築した。本稿のシステムを用いることで、空間設計者が容易にプログラムによって制御可能な構造物を構築し、建築や空間の構成要素とメディア技術、メディア表現が統合されることを提案する。情報環境が建築物や構造物に溶け込み、情報提示を行う未来のアンビエント社会におけるインタラクションの可能性を追求するものとなることを期待する。

参考文献

- [1] Yuki Matsuoka et al: A Study of Interactive Modular Screen Wall Systems: Towards Combining the Beauty and Utility of Architectural Materials with Interactive Media Technologies , ADADA 2014.
- [2] Jun Rekimoto : Squama: A Programmable Window and Wall for Future Architectures , Ubicomp 2012 (video paper).
- [3] H. Ishii, D. Lakatos, L. Bonanni, and J.-B. Labrune: Radical atoms: beyond tangible bits, toward transformable materials. interactions, 19(1):38-51, 2012.
- [4] Seth Copen Goldstein , Jason D. Campbell , Todd C. Mowry : Programmable Matter, Computer, v.38 n.6, p.99-101, June 2005
- [5] 橋場康人: プロダクトデザインにおける創発構造の活用可能性について, 日本デザイン学会 2013
- [6] Bruscia and Romano: TEX-FAB SKIN Competition Winner, Adaptive Architecture Conference, ACADIA 2013
- [7] Jean Nouvel: Institut du monde arabe, 1987
- [8] 黒川紀章: 中銀カプセルタワービル, 1972
- [9] 白井均: アンビエント情報社会が実現する新たなイノベーション (特集 情報社会の未来) 日立総研 2-3, 10-13, 2007-12
- [10] 武井祥平, 飯田誠, 苗村健 : 3次元形状表現のためのリール式伸縮アクチュエータの提案, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, vol. 17, no. 4, pp. 439-445 , 2012.12
- [11] 実世界でポリゴンを作る、巻き尺を使った空間表現手法 DiginfoTV : <http://jpdiginfoTV/v/12-0030-r-jp.php>, 2012.
- [12] Junichi Yamaoka: Morphing Cube, <http://junichiyamaoka.net/post/107208406571/morphing-cube>
- [13] 橋本 直 et al: Lighty: ロボティック照明のためのペインティングインタフェース, WISS 2012.12