

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 8 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2012～2014

課題番号：24680013

研究課題名(和文) PTSDおよびストレスレベル診断とリハビリを実現する AssessBlockの研究

研究課題名(英文) AssessBlock: assess and rehabilitation for PTSD and stress level

研究代表者

伊藤 雄一 (Itoh, Yuichi)

大阪大学・情報科学研究科・招へい准教授

研究者番号：40359857

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 20,000,000円

研究成果の概要(和文)：大災害や事故・事件の後、その体験によるPTSDやストレスが情動として発露する。このような情動のセンシングは、発汗や心拍数、アミラーゼなどといった生理指標を用いたものが多数あるが、測定に時間がかかったり、装置の装着が必要で、幼児に対する心のケアにおいては負担が大きい。そこで本研究では、センサとマイクロプロセッサを内蔵したブロックAssessBlockを開発し、これを積み木遊びの遊具として使い、情動を含むブロックへのインタラクションを記録し解析することで、センシングを意識することなく、非装着に、リアルタイムに幼児のPTSDやストレスレベルを測定し、さらにPTSDの治療へと応用できる技術確立する。

研究成果の概要(英文)：After a catastrophe, accidents and incidents, PTSD and stress due to such the experience is manifestation as human emotion. Such emotions are generally sensed by sweating, heart rate, and amylase. There are a number of those using the physiological indices like those, they take a time to measure, and require installations of the equipment and burdens for young children. In this study, we develop a block shaped UI named AssessBlock with built-in sensor and a microprocessor, and uses this as a plaything of building blocks play. It is possible to record the children's interaction with the blocks and analyze children's emotion, without being aware of the sensing, without wearing any devices. We aim to establish a technology that can be applied to the assessment and treatment of PTSD with analyzing acquired data.

研究分野：ヒューマンインタフェース、実世界指向UI、タンジブルユーザインタフェース

キーワード：ヒューマンインタフェース PTSD ストレスレベル診断

1. 研究開始当初の背景

人は地震や火事といった大きな災害やテロなどの事件のあと、強い不安や恐怖から、PTSD やストレスが情動として発露し、特に3歳～7歳くらいまでの幼児には、突然泣く、怒る、はしゃぐ、無口になるなど、さまざまな症状が見られる。この情動をコンピュータなどでセンシングできれば、人のストレスの状態を認識したり、PTSD の症状を診断したりするだけではなく、その情報を用いたコンピュータによる治療支援やリハビリ支援につなげるなど様々な応用が考えられる。通常、情動のセンシングは、発汗や心拍数、アミラーゼなどのような生理指標を用いて測定するものが多く存在するが[1][2]。測定に時間がかかったり、装置の装着が必要であり、幼児を対象とした心のケアの現場では、その負担が大きいという問題がある。

一方で、PTSD を含む幼児の脳に関係する障害には遊戯療法が実施されることが多い[3]。遊戯の中でも、特に積み木は低年齢でも容易に扱うことができ、さらに幼児とセラピストの関係を形成、維持するのにも有効である。また言語や文化に依存せず、誰でも扱える利点がある。積み木遊びにおいて、幼児は建物や乗り物、動物などをイメージし、積み木を組み立て、ごっこ遊びをし、破壊することを通して、認知機能の改善や運動障害の改善、PTSD の治療を図ることができ、積み木遊びは遊戯療法において非常に有効な玩具であると言える。実際に我々は ActiveCube(図1)[4]と名付けた、コンピュータを実装したブロックを用いて、幼児の発達性協調運動障害を診断し、リハビリを行うシステムを実装しており、実際の医療現場において、実装システムが診断に利用でき、リハビリにも使用できるという有効性を確認している[5]。

2. 研究の目的

そこで本研究では、積み木遊びで使用されるブロックにセンサとマイクロプロセッサを実装し、リアルタイムに幼児のブロックに対する組み立てる、遊ぶ、壊すといったインタラクションを記録し、解析する AssessBlock を開発することで、幼児の PTSD やストレス



図 1: ActiveCube

レベルを診断できるシステムの開発を目指す。実際に2011年3月11日に発生した東日本大震災で被災した多くの幼児には PTSD の症状が見られ、その遊びにも、積み木などを組み立てては壊すといった津波・地震遊びが多く見られると報告されている[6]。このように積み木に対するインタラクションには、幼児の情動が含まれていると考えられ、これを解析することで、非装着でセンシングを意識させることなく、リアルタイムに幼児の PTSD やストレスレベルを測定・診断できることが期待される。また、連携研究者によると、大震災後に多く見られた子供らの津波・地震遊びは、時間の経過と共に減少すると報告されており、積み木を用いた津波・地震遊びの反復によって、巨大地震に対する恐怖などの情動が開放され、PTSD 症状が緩和されることが考えられることから、提案システムを繰り返し使用することで、リハビリテーションツールとしても応用が可能であると考えられる。

3. 研究の方法

ブロック型デバイス AssessBlock の開発においては、我々が研究を進めてきたブロック型デバイスである ActiveCube で培った技術をベースとする。ActiveCube は一辺が 5cm の立方体のブロック群で構成され、それぞれのブロックがマイクロプロセッサを持ち、組み立て形状をリアルタイムにコンピュータに入力でき、さらにブロックに実装されたセンサやアクチュエータを用いて、組み立て形状とインタラクションが可能である。本研究では、対象となるユーザが全て幼児であること、また情動を含むインタラクションとして、投げる、振り回す、ぶつけるといった行為が想定されるため、小型、軽量、ロバストかつ安全性・堅牢性を確保し、加速度センサやブロック表面への圧力センサなどを実装することで、子供らのブロックに対するインタラクションを詳細に認識できるようにする。まず、子供らの実際の積み木遊びの様子を観察し、AssessBlock に対する性能的要求仕様を獲得する。次にプロトタイプを実装し、その性能がこの要求仕様を満たすかどうかを確認し、アプリケーションの実装を目指す。

4. 研究成果

4.1 子どもの積み木遊びの観察・分析

4.1.1 概要

子供に実際に積み木遊びをしてもらい、それを観察して遊び方の傾向を分析した。実験に利用した積み木は、アクリル製の大小2種類をそれぞれ6個ずつ、計12個であった。大きい積み木のサイズは $100 \times 50 \times 25\text{mm}$ 、質量は 78g、小さい積み木は $50 \times 50 \times 25\text{mm}$ 、39g であり、一般的な積み木のサイズと似た重量である。また、12個の積み木は5色(赤3、青3、黄3、緑1、白2)で構成した。被験者は生後2歳8か月から6歳6か月の12

人であり、平均年齢は3歳11か月、男児7人、女児5人であった。

4.1.2 実験環境と手順

実験室（子供用プレイルーム）に子供用の机と椅子を置き、机の上にあらかじめ積み木をセットした。また被験者（子供）の積み木遊びのサポートや誘導のため、実験室には女性実験担当者が控えていた。

被験者は保護者とともに入室し、約20分間積み木で遊んだ。被験者の積み木遊びの様子を2台のビデオカメラで撮影した。被験者の子供たちは、様々な精神状態（元気、寝起き、機嫌が悪い）であり、傾向としては、実験室に入室した際に高いストレスを持つ子供は多かった（母親へのインタビューや実験者による抑うつ行動分析）。そのため、以下のデータは、個人差は大きいものの、ストレスを処理する積み木遊びのデータも含まれていると考える。

4.1.3 評価指標と分析方法

ビデオデータから、積み木による形状構築の際に見られた積み木の置き方を、以下の4点に着目して分類した。

- (i) 「上に」積み重ねた・「隣に」置いた
既に置かれている積み木の上に積み重ねたか、または、その隣に並べるように置いたかを分類した。
- (ii) 「立てて」置いた・「寝かせて」置いた
大小それぞれの積み木の面積が最も大きい面を下にした場合を「寝かせた」とみなし、それ以外の面を下にした場合を「立てた」とみなした。
- (iii) 「まっすぐ」、「ずらして」、「斜めに」置いた
積み木の辺や頂点どうしを合わせたり、辺どうしが平行になるように置いたりした場合を「まっすぐ」、辺や頂点がずれて置いた場合を「ずらして」、それ以外の場合を「斜めに」置いたとみなした。
- (iv) 「ためらいなく」置いた・「迷いながら」置いた
積み木を持ち上げてから置くまでに滞りが無かった場合を「ためらいなく」置いた、途中で手を止めたり、別の積み木に持ち替えたりした場合を「迷いながら」置いたとみなした。

4.1.4 結果と要求仕様

ほぼすべての被験者が20分間飽きずに積み木遊びを続けた。実験中に撮影したビデオをもとに、実験者が先述の評価指標に基づいて各操作の回数を数え、全被験者のものを合計した。被験者の積み木遊びで観察された各操作の割合を図2に示す（母親や実験者のサポート時の操作は省く）。実験では2歳8か月という幼い年齢の子供も難なく積み木遊びをすることができた。積み木をただ積み重ねたり、家や乗り物をイメージして見立てながら形状を構築したりするなど、様々な遊び方が見られた。

図2(a)に示すように、「上に」積み重ねる場

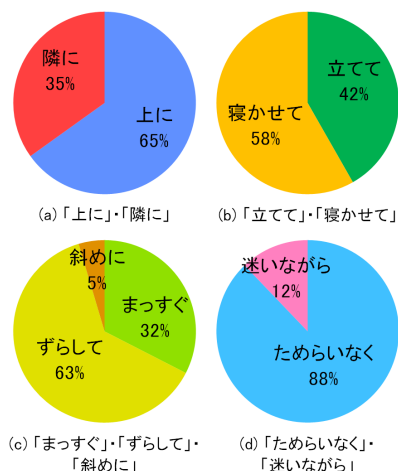
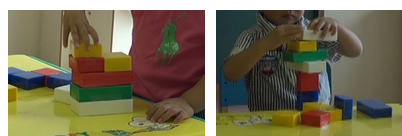


図2: 観察された各操作の比率



(a) ずれ (b) 挑戦的で柔軟な積み

図3: 積み重ねの例

合が65%であり、積み木における大部分の遊び方は上方向への積み重ねであることが確認できた。一方で、積み重ねではなく、「隣に」置く平面での接続場面も35%と多く観察された。これは、複数の構造を持つ（例えば二つの塔）場面や、パズルのように遊ぶ場面などが該当する。そのため、積み重ね認識は当然のことであるが、平面での積み木の広がりも認識するような設計が望ましい。

図2(b)は、面の利用方法を示したもので、寝かせて置く（大きな面を下に）ことが58%と多かった。立てて置く場合も観察されたため、6面すべて認識機能を持たせることが必要と言える。しかし少なくとも初期検討時点では、面積の大きな面に対して接触認識や積み重ね認識システムを導入すべきであると言える。

図2(d)は、置き方に関するものである。多くの子供には、複数のブロックを綺麗にそろえて（ピッタリ重ねて等）置く意思があるように見受けられたが、実際にはこのような積み重ねを実現できたのは32%程度であった。一方で、積み木を平行方向に「ずらして」積み重ねられたのは63%と非常に多かった（図3(a)）。また「斜めに」置いた場合が5%であった。ずらしたか、ずれてしまったか、子供の意図について議論することは難しいが、子供にとっての積み木の積み重ねは多様であり、積み木の高い自由度故に部分的な積み重ねりが多くなる傾向がはっきりと観察された。雑な遊び、慌てている、うまく積み上げられなかったなど子供にとって重要な反応がこのあたりに表れているものと考えられる。被験者の年齢が低いこともあり斜めに置くようなやや難しい置き方は5%とあまり観

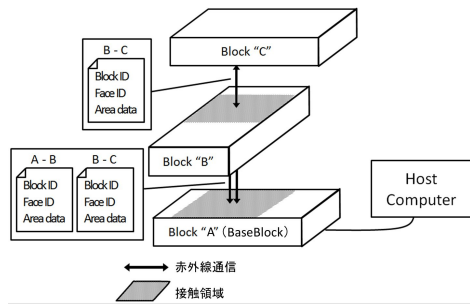


図 4: システム全体像

察されなかった。しかし、実験終盤や挑戦的な積み重ね時、重要な見立て遊び時に見られることが多かったことから（図 3(b)）、斜めの置き方についても重要な意味を持つ可能性は高い。したがって、実験全体を観察したところ、積み重ねにおける並行のずれは 10mm 以下の精度で認識できることが望ましい。斜め置き角度については、頻度が低いことから初期検討においては 15 度程度を目標とすることで十分と考える。

図 2(d)は、置くときの振る舞いを示したもので、「迷いながら」置く場合が 12%であった。迷いながら置く場合、1 個の積み木を手にとってから置くまでの時間が長くなる。迷いの度合いは集中度やストレスの大きさとも関係があるため、手の接触が認識できれば、積み木が手に持たれた時間を計測でき、これにより迷いの度合いを定量化することができると考えられる。

以上のように、子供ならではの積み木遊びの傾向を分析した結果、子供のあそびを理解しようとするシステムにおいて、柔軟な積み重ね方（部分的、ずれ、斜め等）の認識を検討する意義は最も大きいと考えられる。

4.2 AssessBlock のための StackBlock の実装

4.2.1 概要

本研究では、AssessBlock 実現のための要素技術として、幼児がブロックを自由に組み立てればその組み立て形状がリアルタイムにコンピュータによって認識できる StackBlock を AssessBlock のプロトタイプとして実装する。そこで、我々は赤外線 LED とフォトトランジスタをブロックの 6 面全てに敷き詰め、赤外線をういた積み重ね認識手法を提案する。システム全体像を図 4 に示す。本手法では、赤外線を受発光から積み重ねを検出し、そのブロック間の接触領域を推定し、赤外線通信を用いてデータ通信を行うことにより、赤外線のみで積み重ね認識を行うことを可能とする。特に積み重ねにおけるブロック間の接触領域推定の精度を上げるために、赤外線 LED とフォトトランジスタをブロック表面に敷き詰める。こうした積み重ね認識のためには、どのブロックが、どのブロックの、どの面に、どのように乗っているかを接触箇所毎に検出し、通常のブロックとは異なりホスト PC に接続された最も下に存在す

る BaseBlock に集約し、ホスト PC に送信する必要がある。そのためは、接触箇所ごとの、お互いのブロックの ID と、それぞれの接触面の ID、それぞれの接触領域情報（以下ではこれらを接触情報と呼ぶ）が必要である。また、接触領域情報とは、ブロック表面において、どのフォトトランジスタが接触領域内に存在するかを示す。

このようにして、提案手法では、接触領域の認識に用いる赤外線 LED とフォトトランジスタを、情報伝搬のための通信にも用いることで、ホスト PC との通信のための追加的なハードウェアを各ブロックに搭載せずに、ホスト PC への情報伝搬を実現する。

さらに、ブロック表面に赤外線 LED とフォトトランジスタを敷き詰めているため、ブロックを持つと、手とブロックの接触面において赤外線が反射する。この赤外線の反射を認識することにより、手との接触領域を認識することも可能である。

4.2.2 実装

StackBlock は一般的な木製の積み木をモデルとして、縦 50 mm、横 100 mm、高さ 25 mm とし、重さは 100 g 以下を実現している。また、図 5 に示すように、ブロックの 6 面全てに赤外線 LED とフォトトランジスタを 1cm 四方あたりに 1 つずつ、マトリクス状に配置する。これは、使用する赤外線 LED の半値角は 145 度であり、1cm² の領域に 1 つずつ赤外線 LED を配置すれば、ブロック表面に少なくとも半値以上の強度の赤外線を隙間なく放射できるためである。

ブロックの各面は 2 つの 3 面ユニットの組み合わせによって構成する。2 つの 3 面ユニットはそれぞれ 1 つずつのマイクロコントローラによって制御し、電源供給とユニット内通信のために有線で接続する。また、電源供給は 1 つのリチウムポリマーバッテリーにより実施する (3.7V, 500mAh)。2 つのユニットによる構成上、ブロックを積み重ねた際の下面と上面は別の 3 面ユニット上にあるため、積み重ね認識の際にはユニット間通信が必要となる。

ユニットの制御には、マイクロコントローラの I/O ポートでは不足するため、シフトレジスタやデコーダ、マルチプレクサといった素子を用いて I/O ポートを拡張する。また、接触領域の認識にはマイクロコントローラの A/D コンバータ機能を用いて、各フォトトランジスタの受光強度を認識し、しきい値による判定を行う。赤外線通信はマイクロコントローラのシリアル通信機能を用いて実装した。

この 2 つのユニットを組み合わせたものを、2 mm 厚のアクリル板のケース内に収納し、一つのブロックとする。

4.3 性能評価

赤外線 LED とフォトトランジスタによる積み重ね認識では、形状認識精度や、積み重ね認識のリアルタイム性が重要となる。そこで、

実装したプロトタイプを用いて、1) 形状認識の精度、及び、2) 積み重ね認識のリアルタイム性をそれぞれ評価する。

4.3.1 形状認識の精度に関する評価

StackBlock は各接触箇所において接触するブロック ID や面 ID だけでなく、接触領域情報も認識する。そのため、ブロック表面に敷き詰められた赤外線 LED の発光とフォトトランジスタの受光強度から導かれる接触領域情報は、形状認識の精度に直接的に影響を及ぼす。本節の評価では 1) 積み重ね時のずれに対するフォトトランジスタの受光強度、及び、2) 積み重ね時のブロック間距離に対するフォトトランジスタの受光強度をそれぞれ評価する。

4.3.1.1 積み重ね時のずれに対するフォトトランジスタの受光強度の評価

StackBlock はユーザの自由な積み重ねによる形状構築およびその認識を可能とするブロック型 UI であるため、ブロックをずらして積み重ねた場合にも正確にその形状を認識する必要がある。そこで、ブロックをずらして積み重ねた際に、フォトトランジスタの受光強度がどのような分布を示すのか評価する。

本評価では、2 つのブロックの大きい面同士を積み重ね、上のブロックの赤外線 LED を 1 個点灯させ、下のブロックのフォトトランジスタを 1 個受光強度認識させる。そこで、点灯する赤外線 LED と受光強度認識するフォトトランジスタをずれのないよう対面する位置を初期状態とし、以下に示す各場合において、フォトトランジスタの受光強度を評価する。

1. 下のブロックの長辺方向に、上のブロックを 1mm ずつ、-20mm~20mm の区間ずらした場合
2. 下のブロックの短辺方向に、上のブロックを 1mm ずつ、-20mm~20mm の区間ずらした場合

また、点灯する赤外線 LED の位置による影響も考慮し、赤外線 LED がブロック表面の頂点(角)にある場合、辺にある場合、それ以外の内側の 3 種類で評価を行った。

実験の結果、フォトトランジスタの受光強度の分布は、長辺方向にずらした場合、短辺方向にずらした場合ともに、点灯する赤外線 LED がブロック表面の頂点にある場合、辺に

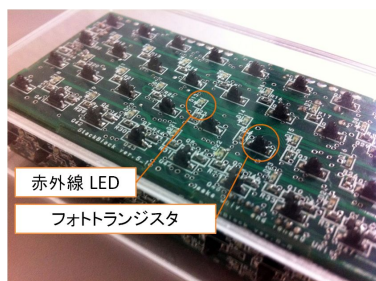


図 5 素子の配置

ある場合、それ以外の内側にある場合とではほとんど違いは見られなかった。また、長辺方向にずらした場合、短辺方向にずらした場合ともに、ずらした距離が -5mm ~ 5mm では受光強度が一樣に約 0.9 と非常に大きなものとなっているが、それ以外の区間では、ずらした距離が大きくなれば受光強度も小さくなるという特徴がみられた。

形状認識においては、接触領域の推定のためにブロック表面の各フォトトランジスタの受光強度から、しきい値を用いて接触、非接触を判別し接触情報としている。このしきい値は経験上 0.48 としている。そのため点灯する赤外線 LED から長辺方向には約 7mm 以内、短辺方向には約 5mm 以内に存在するフォトトランジスタのみが接触と認識される。

4.3.2 積み重ね認識のリアルタイム性の評価

積み重ね認識のリアルタイム性の評価として、ブロック同士の接触がホスト PC に伝達され、形状認識が完了するまでの時間を測定する。ここでは、ユーザインタフェースとしての一般的なリアルタイム性を指標 [7] にして議論する。

積み重ね認識に要する時間の計測では、ブロックを積み重ね、BaseBlock の緑色 LED が点灯してから消灯するまでの時間を計測した。積み重ねに用いるブロックの数は 1~3 個とし、測定はそれぞれに対して 10 回ずつ行う。実験の結果、ブロックを 1 つ積み重ねた場合の積み重ね認識に要する時間は平均 403.5msec、2 つ積み重ねた場合には平均 881.5msec、3 つ積み重ねた場合には平均 1547.0msec となった。

StackBlock では、積み重ね情報はブロック間の赤外線通信のリレーにより最終的にホスト PC に送信されるため、積み重ねるブロックの数が大きくなれば、積み重ね情報の増大や赤外線通信の増加により積み重ね認識に要する時間は大きくなる。一般に、ユーザはタスクの種類に応じた適切な時間内にユーザインタフェースからレスポンスがあることを期待するが、コマンドラインからの入力のような比較的単純なタスクでは、1 秒程度以下のシステム応答時間が好ましいとされている [7]。今回の実験結果では 2 個のブロックの積み重ね認識まではリアルタイム性を有しているといえるが、3 個以上のブロックにおいても更なる積み重ね認識に要する時間の削減が必要とされる。

以上のように、AssessBlock 実現のためのプロトタイプとして StackBlock の実装を実施した。幼児のブロック遊びの要件は全て満たしており、StackBlock を利用することで AssessBlock の実現が可能である。今後は、こういった指標を取得できれば PTSD の診断につながるかなどのパラメータの定義などを実施する必要がある。

参考文献

- [1] C. Setz, B. Arnrich, J. Schumm, R. La Marca, G. Troester, U. Ehlert, "Discriminating stress from cognitive load using a wearable EDA device", *IEEE Trans. Information Technology in Biomedicine*, Vol. 14, Issue 2, pp. 410-417, 2010.
- [2] 山口 昌樹, 新井 潤一郎, 生命計測工学, コロナ社, pp. 137-155, 2004.
- [3] D. L. Rogers, "Relationships between block play and the social development of young children," *Early Child Development and Care*, 20, pp. 245-261, 1985.
- [4] 伊藤雄一, 北村喜文, 河合道広, 岸野文郎: "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.
- [5] S. Jacoby, G. Gutwillig, N. Josman, P. L. Weiss, M. Koike, Y. Itoh, N. Kawai, Y. Kitamura, E. Sharlin, "PlayCubes: monitoring constructional ability in children using a tangible user interface and a playful virtual environment", *Virtual Rehabilitation International Conference*, pp. 42-49, 2009.
- [6] 産経ニュース, "「津波ごっこ」が流行 衝撃克服のため," <http://sankei.jp.msn.com/life/news/110528/edc1105282120004-n1.htm>, 2011.
- [7] T.W. Butler, "Computer response time and user performance.," *Proceedings of the CHI'83*, pp.58-62, New York, NY, USA, 1983, ACM.

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)

[雑誌論文](計6件)

安藤正宏, 伊藤雄一, 細井俊輝, 高嶋和毅, 北村喜文: "StackBlock: 積み重ね形状認識可能なブロック型 UI," *情報処理学会インタラクション 2015 論文集*, pp. 47-53, 2015.

中嶋康祐, 伊藤雄一, ジモンフェルカー, クリスチャントーレセン, シェルオーバーゴード, ヤンボルヒヤース: "PUCs: 静電容量マルチタッチパネルにおけるユーザの接触を必要としないウィジェット検出手法," *情報処理学会論文誌*, Vol. 56, No. 1, pp. 329-337, 2014.

安藤正宏, 細井俊輝, 中嶋康祐, 伊藤雄一, 北村喜文, 尾上孝雄: "ブロック型デバイスのための赤外線を用いた積み重ね形状認識におけるブロック間距離の影響に関する検討," *日本バーチャルリアリティ学会研究報告*, Vol. 18, No. CS-4, pp. 11-14, 2013.

伊藤雄一, 高嶋和毅, 小川兼人, 安部登樹, 岸野文郎: "実物体のモーションをクエリとして用いた 3 次元形状モデル検索," *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, Vol. 17, No. 4, pp. 369-379, 2012.

中嶋康祐, 伊藤雄一, 築谷喬之, 藤田和之, 高嶋和毅, 岸野文郎: "FuSA2 Touch Display: 大画面毛状マルチタッチディスプレイ," *情報処理学会論文誌*, Vol. 53, No. 3, pp. 1069-1081, 2012.

Kazuyuki Fujita, Hiroyuki Kidokoro, Yuichi Itoh. "Paranga: An interactive

flipbook," in *Proc. of ACE2012*, pp. 17-30, 2013.

[学会発表](計4件)

安藤正宏, 細井俊輝, 中嶋康祐, 高嶋和毅, 伊藤雄一, 足立智昭, 尾上孝雄, 北村喜文: "StackBlock: 積み重ね形状認識を可能とするブロック型デバイス," *情報処理学会インタラクション 2015 インタラクティブセッション*, 2015.

Masahiro Ando, Yuichi Itoh, Toshiki Hosoi, Kazuki Takashima, Kosuke Nakajima, Yoshifumi Kitamura. "StackBlock: block-shaped interface for flexible stacking," in *Proc. of UIST 2014*, 2014.

安藤正宏, 細井俊輝, 中嶋康祐, 伊藤雄一, 北村喜文, 尾上孝雄: "積み木型ブロックデバイスのための赤外線による積み重ね認識手法に関する検討," *ヒューマンインタフェース学会研究会*, 2013.

中嶋康祐, 伊藤雄一, 林勇介, 池田和章, 藤田和之, 尾上孝雄: "Emoballoon: ソーシャルタッチインタラクションのための柔らかな風船型インタフェース," *インタラクション 2013 インタラクティブセッション*, 2013.

[図書](計0件)

[産業財産権]
出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

[その他]
ホームページ等
<http://yuichiitoh.jp>

6. 研究組織

- (1) 研究代表者
伊藤雄一 (Yuichi Itoh)
大阪大学・大学院情報科学研究科・招へい准教授
研究者番号: 40359857
- (2) 研究分担者
なし
- (3) 連携研究者
高嶋和毅 (Kazuki Takashima)
東北大学・電気通信研究所・助教
研究者番号: 60533461

北村喜文 (Yoshifumi Kitamura)
東北大学・電気通信研究所・教授
研究者番号: 80294023

足立智昭 (Tomoaki Adachi)
宮城学院女子大学・学芸学部・教授
研究者番号: 30184188