

## A Concentration Creation System Architecture Design on Cyber-Physical Space and Its an Application to Education

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2020-03-27 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 林, 康弘 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://mu.repo.nii.ac.jp/records/1148">https://mu.repo.nii.ac.jp/records/1148</a>

[論文]

## サイバー・フィジカル対応型専念創造

### システムアーキテクチャデザインとその教育への応用

#### A Concentration Creation System Architecture Design on Cyber-Physical Space and Its an Application to Education

林 康弘

#### 概要

人生 100 年時代を迎え、私たちは情熱的に働き学び続けることが可能となった。シェアリングエコノミーやギグエコノミーといった新しい価値観による経済システムが世界中に広がり、労働や学びにおいてダイナミックにコンテキストの変化が必要となる中で、人々は知的活動への集中、その継続（専念）を求めることになるだろう。本研究では、未来社会に必要となる「専念創造」をキーワードに、人・モノの行動・状況文脈の指定・推定に基づきサイバーフィジカルスペースにおけるセンシングデータの意味的・感性的計量・分析というアプローチからサイバー・フィジカル対応型専念創造システムアーキテクチャのデザインを行う。本稿では、今年度、システムによる専念創造を実現するための教育分野における取り組みについて述べる。

#### 1. はじめに

テクノロジーの進歩により人生 100 年時代を迎え、私たちは情熱的に働き学び続けることが可能となった。人類は学びを通して改めて生きる意味を考え、資本主義かをもたらす経済中心の定型的な生き方から脱し、知識・技能・健康・対人関係という本質に価値を見出す。すでにシェアリングエコノミーやギグエコノミーといった新しい価値観による経済が世界中に広がり、労働や学びにおいてダイナミックなコンテキストの変化が求められる中で、人々はこれまで以上に知的活動への集中、その継続（専念）を欲することになるだろう。

現代は様々な要因により深い思考が妨げられる状況 (Distracted World) にあり [6]、何かに専念するにはオーバーヘッドが非常に大きい。集中や専念は、ビジネス、自己啓発の書籍や文献が数多く出回っているが、大半は、集中や専念を生み出すことを一人一人の努力の問題として取り扱っており、個人の評価や昇進に大きな影響を及ぼす。テクノロジーを活用して人々に専念の機会をもたらすことができれば人類の知的創造活動は大きく飛躍できる。

本研究の目的はシステムによって人々の知的活動のための専念を時間的・空間的・資源的・質的に創造することである。未来社会に必要となる「専念創造」をキーワードとして、人・モノの行動・状況文脈の指定・推定に基づきサイバーフィジカルスペースにおけるセンシングデ

ータの意味的・感性的計量・分析というアプローチからサイバー・フィジカル対応型専念創造システムアーキテクチャのデザインを行う。本システムの概要は図1に示される。本稿では、今年度の教育分野における取り組みについて述べる。具体的には意味の数学モデル[1, 2]とセマンティックコンピューティング[3]の組み合わせによる(1)意味的行動・状況推定方式の提案、(2)サイバー・フィジカル対応型専念創造システムアーキテクチャ(MUSCLE)の提案である。

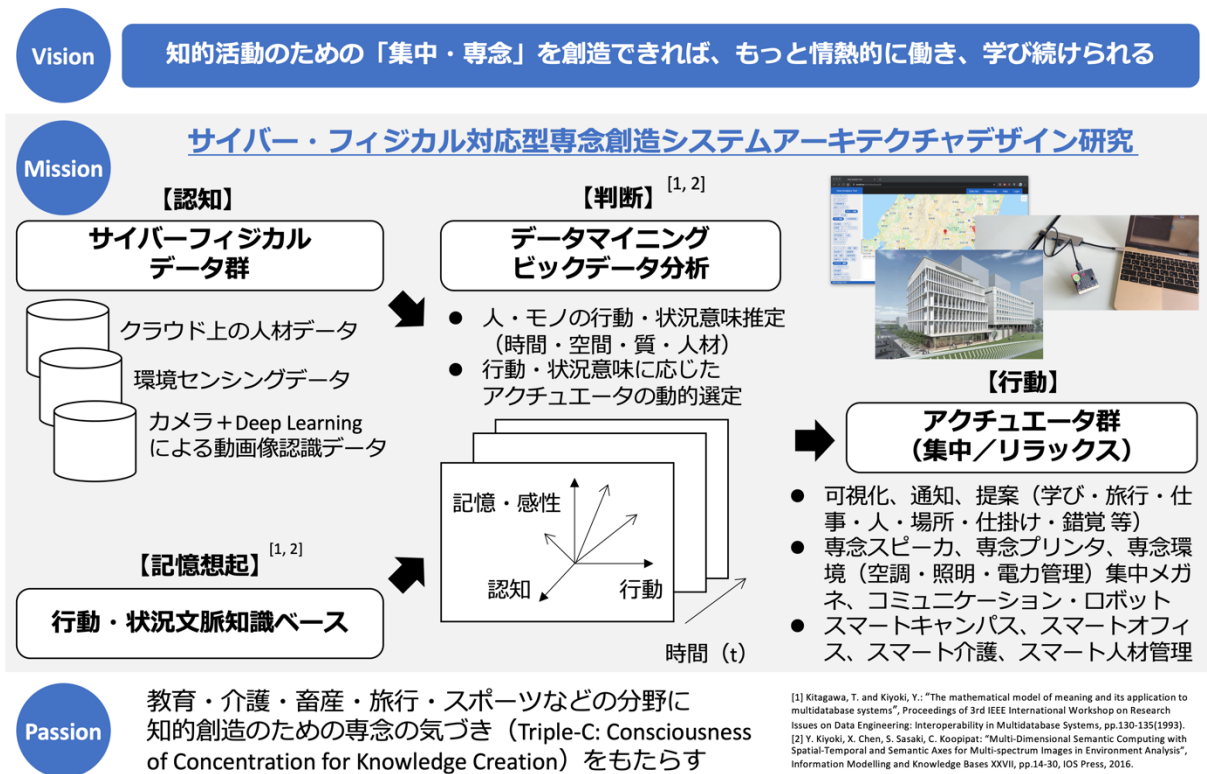


図1 本システムの概要

## 2. 意味的行動・状況推定方式

専念創造の実現には、ある空間に設置されるセンサデータ群の統合・編集・分析によりシステムが人間の状態・意味(いつ、どこで、誰が、何をしているのか)を把握する必要がある。提案方式はサイバー・フィジカルシステム(Cyber-Physical System)を活用して屋内に設置されるIoTセンサデバイス群から得られる多次元データと知識ベースに蓄積される知識との類似度計量により人やモノの行動・状況を推定する。本提案方式は、清木らが提案した意味の数学モデル[1, 2]およびセマンティックコンピューティング[3]を活用する。

IoTセンサデバイス群が設置される屋内において想定される人やモノの行動・状況と理想的なセンサデータ値が知識ベースに知識として蓄積される。センシングデータおよび知識データベース内の知識はベクトルデータとして表現される。一定時間( $t, t=1..m$ )ごとに屋内空間に設置される $n$ 個の異なるセンサ群( $s_1 \sim s_n$ )から得られるセンサデータ群( $d_{11} \sim d_{mn}$ )は行列 $S$ として表される(図1)。

$t$	$s_1$	$s_2$	...	$s_n$
$t_1$	$d_{11}$	$d_{12}$	...	$d_{1n}$
$t_2$	$d_{21}$	$d_{22}$	...	$d_{2n}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$
$t_m$	$d_{m1}$	$d_{m2}$	...	$d_{mn}$

図2  $n$ 個のセンサのデータを格納する行列  $S$

$$\text{norm}(d_{ik}) = \{d_{ik} - \min(d_{tk})\} / \{\max(d_{tk}) - \min(d_{tk})\} \quad (1)$$

あるセンサ ( $s_k, k=1 \dots n$ ) がとり得る値の最大値と最小値は  $\max(d_{tk})$  と  $\min(d_{tk})$  として表される。センシングされたデータは 16 進数である場合が多いため、値は 10 進数に変換される。複数のセンサデータの統合により対象の行動・状況を推定するために、ある時間  $t$  にセンサ  $s_k$  がとり得る値  $d_{tk}$  は式 1 により正規化される。正規化された値群から成る行列は  $S'$  として表され、それぞれの値の定義域は 0~1 である。行列  $S'$  は屋内空間における独立したセンサ群からなる  $n$  個の多次元直交空間に相当する。さらに、ある時間の複数のセンシング結果はベクトルとして表現される。

$e_r$	$s_1$	$s_2$	...	$s_n$
$e_1$	$c_{11}$	$c_{12}$	...	$c_{1n}$
$e_2$	$c_{21}$	$c_{22}$	...	$c_{2n}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$
$e_p$	$c_{p1}$	$c_{p2}$	...	$c_{pn}$

図3 ある屋内空間における行動・状況文脈を保持する  $n$ 次元マトリックス  $CX$

IoT センサデバイス群が設置される屋内において想定される人やモノの行動・状況と理想的なセンサーデータは知識ベースに知識として蓄積される。すなわち、この知識ベースはこの屋内（閉じた空間）における行動・状況の正解データに相当する。行動・状況文脈 ( $e_r, r=1 \dots p$ ) と複数のセンサ群 ( $s_1 \sim s_n$ ) から得られる理想的なセンシングデータ群 ( $c_{11} \sim c_{pn}$ ) は行列  $CX$  として表される (図3)。行列  $CX$  に格納されるデータは正規化されているものと定義される。行列  $CX$  も屋内空間における独立したセンサ群からなる  $n$  個の多次元直交空間に相当する。ある行動・状況文脈における理想的なセンシングデータはベクトルとして表現される。

屋内に設置される IoT センサデバイス群から得られる多次元データと知識ベースに蓄積される知識との類似度計量により、提案方式は人やモノの行動・状況を推定する。類似度計量は次の通り行われる。センシングデータ列群 ( $s_1 \dots s_n$ ) から構成される行列  $S'$  は行列  $S'$  と表される。すなわち、行列  $S'$  は行列  $S$  のセンシングデータ列の射影に相当する。センシングデータ列群 ( $s_1 \dots s_n$ ) から構成される行列  $CX'$  は行列  $CX'$  と表される。すなわち、行列  $CX'$  は行列

$CX'$ のセンシングデータ列の射影に相当する。さらに、行列  $CX''$  の転置行列は  $tCX''$  として表される。式2の通り行列  $S''$  と行列  $tCX''$  の類似度は計算される。すなわち、行列  $S'$  と行列  $CX'$  から抜き出されたセンサの数値データによる内積が計算される。これにより、センシング結果との類似度の高い行動・状況文脈がその際の屋内空間の状況推定結果として得られる。

$$sim(S'', tCX'') = S'' \cdot tCX'' \quad (2)$$

### 3. サイバー・フィジカル対応型専念創造システムアーキテクチャ (MUSCLE)

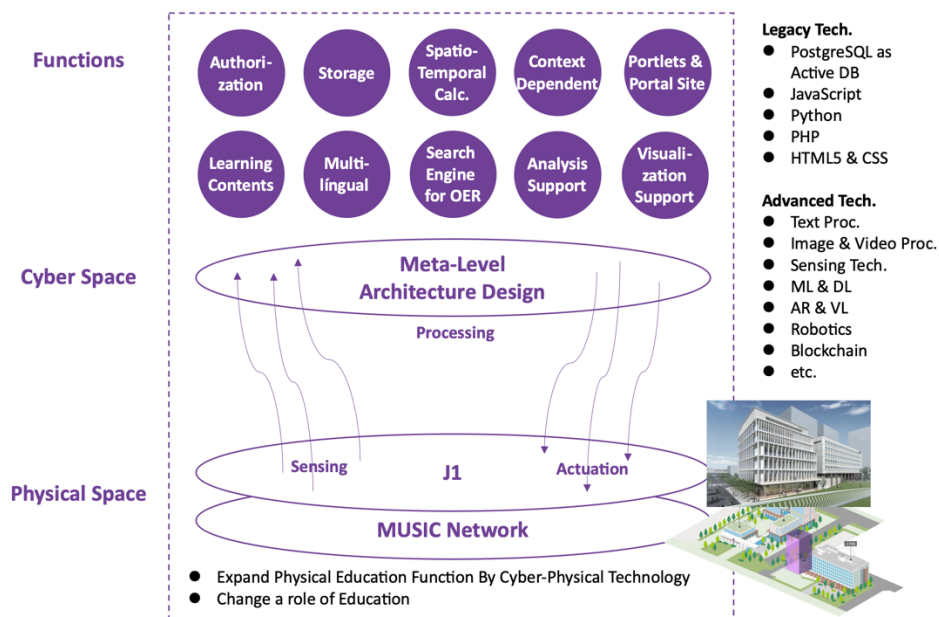


図4 サイバー・フィジカル対応型専念創造システムアーキテクチャ (MUSCLE) 概要

本研究では、教育・学習空間を対象として、学習者の意味的行動・状況推定方式と教育レガシーシステムの学習データとの組み合わせによる専念創造システムアーキテクチャ (MUSCLE: Musashino University Speculative and Creative Learning Environment) を設計している。Speculative とは哲学用語で「思弁的」という意味であり、すなわち経験ではなくデータに基づくことに相当する。アーキテクチャは複雑なデータ構造をデータ構造と演算子の組み合わせにより表現する仕組み（構成・機能）である。代表的なものとしては、数と四則演算子、メモリとCPU、リレーションと関係代数演算子である。

サイバー・フィジカル対応型専念創造システムアーキテクチャ (MUSCLE) 概要は図4に示される。センサー群は学習空間に設置され、メタレベルにセンサデータの保存、教育レガシーシステムから学習データの取得、データ統合・分析をするための情報空間の機能が設定される。さらに、分析結果に基づき動作するアクチュエータが設定される。本システムはMMM（意味の数学モデル）を採用する [1, 2].

$$V = (v_1, v_2, v_3, \dots, v_n) \quad (3)$$

$$CX = (cx_1, cx_2, cx_3, \dots, cx_n) \quad (4)$$

$$V' = V \cdot CX' \quad (5)$$

センサデータと学習データはそれぞれ  $n$  次元のベクトルデータとして表現される (式 3) . さらに, 学習者の時間, 空間, 興味, コンテキスト, 制約に基づいて, 要素が 0 または 1 で表現されるコンテキストベクトルが生成される (式 4) . 2 つのベクトル間の内積計算により次元制御のための部分空間選択が行われる (式 5) . ただし,  $CX'$  は  $CX$  の転置行列である.

アクチュエータを駆動するための情報資源の選択のために, ベクトル  $Q$  (式 6) とベクトルの類似度計量 *Similarity* が設定される (式 7) . ベクトル  $Q$  は情報資源を動作させるクエリに対応する.  $V'$  は  $V$  の転置行列である.

$$Q = (q_1, q_2, q_3, \dots, q_n) \quad (6)$$

$$Similarity = Q \cdot V' \quad (7)$$

#### 4. まとめと今後の課題

今年度, 意味的行動・状況推定方式およびサイバー・フィジカル対応型専念創造システムアーキテクチャ (MUSCLE) を提案した. それぞれの提案における評価および考察は参考文献[9, 10, 11, 12, 13, 14]に示される. 現在, 教育分野を対象とした本方式の有効性および実現可能性を検証するためのプロトタイプシステムの構築を行っている. 提案システムを 2021 年春に完成予定の武蔵野大学有明キャンパス新棟 (J1) 機能として実装することを目指す.

#### 参考文献

[1] Kitagawa, T. and Kiyoki, Y.: “The mathematical model of meaning and its application to multidatabase systems”, Proceedings of 3rd IEEE International Workshop on Research Issues on Data Engineering: Interoperability in Multidatabase Systems, pp.130-135(1993).

[2] Kiyoki, Y. Kitagawa, T. and Hayama, T., “A metadatabase system for semantic image search by a mathematical model of meaning”, ACM SIGMOD Record, vol. 23, no. 4, 1994, pp.34-41.

[3] Yasushi Kiyoki, Xing Chen, Shiori Sasaki, Chawan Koopipat: “Multi-Dimensional Semantic Computing with Spatial-Temporal and Semantic Axes for Multi-spectrum Images in Environment Analysis”, Information Modelling and Knowledge Bases XXVII, pp.14-30, IOS Press, 2016.

[4] David H. Ackley, Geoffrey E. Hinton, Terrence J. Sejnowski, “A learning algorithm for boltzmann machines”, Cognitive Science. 9 (1), 1985, pp.147-169.

[5] Lynda Gratton, Andrew Scott: “The 100-Year Life: Living and Working in an Age of Longevity”, Bloomsbury Information, 2016.

[6] Cal Newport: “Deep Work: Rules for Focused Success in a Distracted World”, Grand Central Publishing, 2016.

[7] Yasuhiro Hayashi, Atsuko Yamada, Yasushi Kiyoki, Tetsuya Mita: “An Optimal Route Calculation and Short Trip Visualization System Based on ‘Kansei’ of Travelers”, Travel, Movement and (Im)Mobilities, An Inclusive Interdisciplinary Conference, April 2019

[8] 高木 悟, 林 康弘, 二上 武生: “フルオンデマンド型全学数学基盤教育におけるルーブリックの活用”, 教育システム情報学会研究報告 34(2) 109 - 112 2019年7月

[9] 林 康弘, 中村 亮太, 長谷川 理: “AI クリエイター育成 SPA プログラミング”, 日本情報科教育学会 第12回全国大会, 2019年7月. <優秀実践賞>

[10] 林 康弘, 中村 亮太, 長谷川 理: “学習者の創造性と主体性を促進する協調学習環境デザイン”, 第44回 教育システム情報学会全国大会 2019年9月.

[11] Yasuhiro Hayashi, Ryota Nakamura, Osamu Hasegawa, Yuichi Kitano, Yasushi Kiyoki: “A Cyber-Physical Learning Environment Design for Study Trajectory Creation”, IES 2019 - International Electronics Symposium, pp.76-81, September 2019.

[12] 新田 拓真・林 康弘・清水 康: “介護分野における行動・状況推定に向けた屋内位置追跡システムの構築”, 2019年度 JSiSE 学生研究発表会, 2020年3月

[13] 中田 亮佑・林 康弘・清水 康: “学習・仕事空間におけるスケジュールと香りの組み合わせによる専念創造システムの構築”, 2019年度 JSiSE 学生研究発表会, 2020年3月

[14] 稲荷 太良・林 康弘・清水 康: “学習・仕事空間におけるスケジュールと音の組み合わせによる専念創造システムの構築”, 2019年度 JSiSE 学生研究発表会, 2020年3月