

# 計算機学習の初期導入過程のための列車模型レイアウト環境

佐々本博和<sup>†,‡</sup>, 野間春生<sup>†</sup>, 伊藤雄一<sup>‡</sup>, 北村喜文<sup>‡</sup>, 岸野文郎<sup>‡</sup>, 鉄谷信二<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 株式会社 ATR メディア情報科学研究所({sasamoto, noma, tetsutani}@atr.jp)

<sup>‡</sup> 大阪大学大学院情報科学研究科({sasamoto, itoh, kitamura, kishino}@ist.osaka-u.ac.jp)

## 1. はじめに

抽象的な概念を学習する際, その概念をいくつかの具体的な事例に関連付け, それらを比較しながら学ぶことが重要である. 例えば, 絵本によって絵と文字の関連を理解し, 読み書きを学ぶ. 同様に, コンピュータの初期習得過程においても, コンピュータが持つ意味そのものを具体化させた玩具で遊ぶことによって習得し, 将来高度な計算機技術の習得が容易となることを期待できる. 我々は, その具象化方法として列車レイアウト遊びを用いた新しい初学者向け計算機学習システムを提案してきた[1][2].

本稿では, この計算機学習環境を実現するために設計を進めた第一試作について報告する.

## 2. 列車模型レイアウト環境

一般に, 計算機上で動くプログラムはノイマンスタイルであり, コンピュータは事前に保存されたプログラムに沿って動作し, その構成要素は条件分岐と演算から構成されている. 一方, 列車はレールの上を貨車や客車を牽引し, 逐次運行する. 我々はこの類似性に着目し, 表 1 のようにプログラムの基本要素を列車レイアウトに対応させ, 上記したコンピュータの概念を列車のレイアウト遊びによって学べる環境を提案する. この対応付けを行った列車レイアウトの例を図 1 に示す. 列車は初めの Load ユニットで貨車に貨物を 1 つ積み, Point ユニットで貨物の状態に従ってポイントを切り替える. 貨物がある場合, Unload unit で貨物を下ろし, 積載されていない場合は, ゴールへ到達する. これは貨物をカウ

表 1 コンピュータから列車への写像

| Computer              | Operation of a train |
|-----------------------|----------------------|
| program               | Rail layout          |
| Condition jump        | Point                |
| Program counter       | Position of train    |
| Variable              | Dump car             |
| Variable value        | Ball in dump car     |
| Operation of variable | Load / Unload a ball |

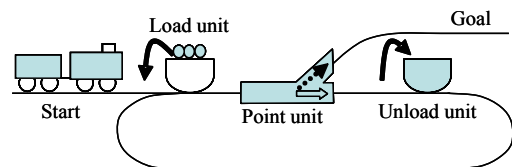


図 1 ループのレイアウト例

ンタとしたループアルゴリズムのレイアウト例であるが, ボールの積み下ろし, ポイントの切り替えといった単純な機能を持つ 3 種類のユニットだけで構成されている. また, ループ以外にも, これらの最小限のユニットを用いて, 「ボールの振り分け」, 「足し算」, 「引き算」, 「コピー」, 「比較」といった様々なレイアウトが構成できる. さらに, これらのレイアウトを組み合わせると, 「掛け算」, 「割り算」など, より複雑なレイアウトへ発展できる[2].

また, 手でレイアウト内の列車を止めたり, 貨車のボールを移動させて動作を変えることができる. これは, デバッグに相当するが, 手を使って直感的に操作できる.

さらに, グループ学習の効果も期待できる. グループで 1 つレイアウトを作る際には, 容易にそれぞれのアイデアであるレイアウトの融合が可能となる.

最も重要なことは, このシステムを用いた学習が, 子供にとっては純粋な遊びであり, 子供が好んで積極的に取り組むことができることにある.

## 3. ハードウェア構成

本稿では, 提案手法の可能性を探ることを目的とし, 最小限のユニットを自由に組み替え, 様々なレイアウトを作成できる第一試作を行った.

確実な動作のため, 扱えるボールの色は 2 種類,

Model Railway Layout Environment for Introduction Process of Computer Learning

Hirokazu SASAMOTO<sup>†,‡</sup>, Haruo NOMA<sup>†</sup>, Yuichi ITOH<sup>‡</sup>, Yoshifumi KITAMURA<sup>‡</sup>, Fumio KISHINO<sup>‡</sup>, Nobuji TETSUTANI<sup>†</sup>

<sup>†</sup> ATR Media Information Science Laboratories

<sup>‡</sup> Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

列車に乗せることができるボールは 1 つという制限を持たせた。ボールの積み下ろしや, ポイントの切り替えに用いるアクチュエータとしてソレノイドを, ユニットへの列車到着を確認するためのセンサとしてフォトインタラプタを用いた。ユニットと列車は, トミー社製のプラレールに, Microchip 社製の PIC とそれに接続するソレノイドとフォトインタラプタを埋め込んだ。システムは図 2 のように, 全体のシステムを統括する Base unit を中心に, 各レールユニットを RS-232C によって接続するという構成にした。また, Base unit と列車間の通信は R.F.Solutions 社の無線シリアル通信モジュールを用いた。

次にシステムの動作を図 3 を用いて説明する。それぞれのレールユニットには, ID 番号を割り当てている。そして, 例えば, ID 番号 1 の Load unit がボール積載イベントを発するとこれを ID 番号 2 の Point unit が受け取りポイントを切り替える。この関係は, あらかじめ 1 対 1 に固定しており, 同じレールユニットが複数ある場合でも, 独立して動作させることが可能となる。また, Base unit には, 複数のレールユニットを接続するためのポートが用意されている。ポートのユニットの接続位置を任意とするため, Base unit 方向へのイベントデータは発信元の ID を付加して送り, レールユニット方向へのイベントデータは発信元に対応する受信先の ID を付加して全てのレールユニットへ ID 番号を付加して送る。

#### 4. 実装結果

実装したレールユニットを図 4 (a)に, 「振り分け」のレイアウトを図 4 (b)に示す。さらに, これらの基本ユニット部品の組み替えるだけで, 3 章の様々なレイアウトに再構成できることを確認した。

一方で, 現状ではレイアウトユニットの数だけ配線が必要となり, レイアウトの変更作業には若手の作業を要する。この問題を解決するために, 我々が開発した ActiveCube[3]のブロック間の通信方式を応用して, レイアウトを介して通信を行う予定である。この方式により, レールレイアウト形状を外部配線なしに, より柔軟かつ自由に組み替えることができる。

#### 5. むすび

列車レイアウトシステムを用いた教育環境が初学者へのコンピュータ教育に適していることを述べ, 試作環境を実装した。今後は, 個々のレイアウト

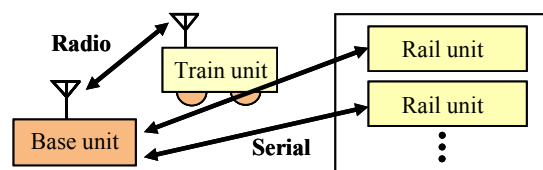


図 2 システム構成図

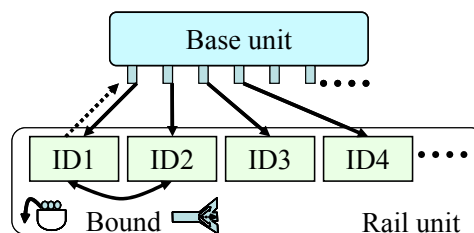
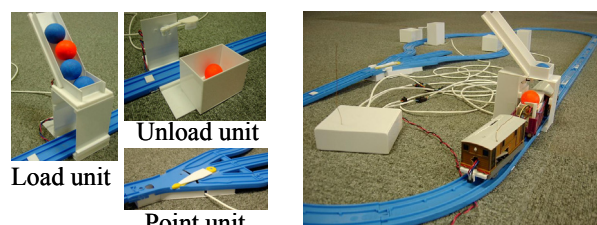


図 3 ユニット間のデータの流れ



(a) Rail unit

(b) Rail layout (sorting)

図 4 実装図

部品やシステム構成を改良し, より自由かつ柔軟にレイアウトを組み替えることができるシステムを構築し, 提案システムの有効性の評価・検証を行っていく予定である。

#### 参考文献

- [1] Noma, H., Sasamoto, H., Itoh, Y., Kitamura, Y., Kishino, F., Tetsutani, N., “Computer learning system for pre-school-age children based on a haptized model railway”, Proceedings of IEEE – Creating, Connecting and Collaborating Through Computing, No. 1, pp. 118-119, 2003
- [2] 佐々本, 野間, 伊藤, 北村, 岸野, 鉄谷, “列車模型を用いた幼児向け計算機学習システムの構築”, 日本バーチャルリアリティ学会第 8 回大会論文集, pp. 159-163, 2003
- [3] 伊藤, 河合, 北村, 岸野, “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.