

ホモトピー論を用いたの 履修管理システムの π 算法におけるモデリング

近藤 大介[†] 荒木 孝太[†] 大森健児[†]

法政大学大学院情報科学研究科[†]

1. はじめに

サイバーワールドのシステムは分散システムであり、また、通信相手が動的に変化することを特徴としている。このようなシステムを設計したり、モデリングしたりするための方法には、従来とは異なる形式的手法が必要となる。その手法として π 算法を用いるのが有効であるが、 π 算法でのモデリングは決して容易であるとはいえない。そこで、現在の数学の中で最も抽象度の高いホモトピー論を用いることで、この π 算法でのモデリングを理論的に体系立てて行うことが可能となる。[1]

π 算法は並列処理を行うシステムにおいてエージェント間で通信を行うときに、その相手を動的に変えることができる特徴を持つ言語である。 π 計算や、HLP、HEP の概要については[1]を参考にされたい。

本論ではエージェントの動作の記述から、ボトムアップ(HLP)により、より抽象的な記述を、また抽象的な記述から、トップダウン(HEP)によりプログラムコードのような具体的な成果を得る数学的な方法を記述する。履修管理システムの開発にその手法を適用することでその有用性を示す。

2. π 算法を用いたのビジネスプロセスモデリング

π 算法を用いて、ビジネスプロセスのモデリングを行うことを考える。ここで、モデル化するシステムは、履修管理システムである。これは図2のような仕様を持つ。初期登録として、学生は履修管理システムに対して科目登録を行い、事務は履修管理システムに対して、履修リスト作成を要求する。履修管理システムは教員へクラス名簿交付を行う。以降登録変更として、学生は履修管理システムに科目変更を行い、事務は履修管理システムに履修リスト変更を要求する。履修管理システムは教員にクラス名簿交

付を行う。

これを、HLP(図1)を用いて π 算法でのモデリングを行うことにする。HLP はホモトピー持ち上げ性質と呼ばれるものであるが、全空間 E はイベントに対応したプロセスの式で構成される空間とする。底空間 B はプロセスの名前で構成される空間とする。ファイバー F はイベントである。位相空間 Y は行動を記述したものとする。また、 Y での記述を行うために、エージェントを明確にする必要があるが、ここでは次のようにする。学生に対しては std とし、事務に対しては clk とし、教員に対しては $prof$ とする。 B は、 U_1 : 学生のプロセス, U_2 : 事務のプロセス, U_3 : 教員のプロセスで構成される位相空間とする。

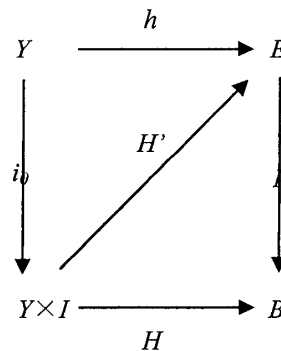


図1 HLP

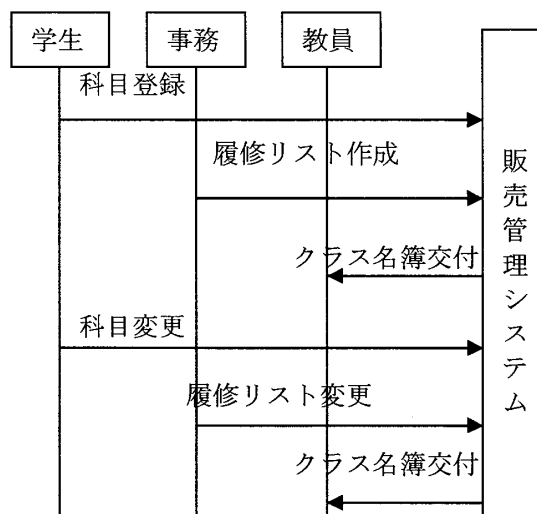


図2 ワークフロー

π Calculus Modeling Methodology for Registration Management System by the Homotopy theory.

[†] Daisuke Kondo, Kohta Araki, Kenji Ohmori
Hosei University

2.1 イベント

次に Y を記述する。ここでは、イベントに分けて列挙することとする。

(1) 科目登録

y_1^1 : 学生が履修管理システムに対し、履修届けを送信する。

(2) 履修リスト作成

y_2^1 : 事務が履修管理システムに対し、履修リスト作成を要求する。

(3) クラス名簿交付

y_3^1 : 教員が担当している科目名を選択すると、履修管理システムからクラス名簿を受信する。

(4) 科目変更

y_4^1 : 学生が履修管理システムに対し、科目変更届けを送信する。

(5) 履修リスト変更

y_5^1 : 事務が履修管理システムに対し、履修リスト変更を要求する。

(6) クラス名簿交付

y_6^1 : 教員が担当している科目名を選択すると、履修管理システムからクラス名簿を受信する。

2.2 イベントプロセスの構成

次にイベントプロセスを構成している空間 E を構築する。 E はファイバー束とし $E=B \times F$ とする。ファイバー $F=\{F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6\}$ はイベントを表すものとし、 F_1 : 科目登録、 F_2 : 履修リスト作成、 F_3 : クラス名簿交付、 F_4 : 科目変更、 F_5 : 履修リスト変更、 F_6 : クラス名簿交付、とする。 $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$ はそれぞれのイベントに対応したプロセスの空間とする。ここで、 $C_\mu^1=(U_\lambda, F_\mu)$ を求める。

(1) 科目登録

$P1=\text{std}(\text{"Add"}, \text{course}, \text{prof}).\text{course} < \text{"Add"}, \text{std}, \text{prof} > .P1$

(2) 履修リスト作成

$P2=\text{course}(\text{msg}, \text{std}, \text{prof}).\text{prof} < \text{msg}, \text{std}, \text{course} > .P2$

(3) クラス名簿交付

$P3=\text{prof}(\text{msg}, \text{std}, \text{course}).P3$

(4) 科目変更

$P1=\text{std}(\text{"Add"}, \text{course}, \text{prof}).\text{course} < \text{"Add"}, \text{std}, \text{prof} > .P1$
 $+ \text{std}(\text{"Drop"}, \text{course}, \text{prof}).\text{course} < \text{"Drop"}, \text{std}, \text{prof} > .P1$

(5) 履修リスト変更

$P2=\text{course}(\text{msg}, \text{std}, \text{prof}).\text{prof} < \text{msg}, \text{std},$

$\text{course} > .P2$

(6) クラス名簿交付

$P3=\text{prof}(\text{msg}, \text{std}, \text{course}).P3$

以上よりプロセスをまとめると以下のようになる。

$P1(\text{std})=\text{std}(\text{"Add"}, \text{course}, \text{prof}).\text{course} < \text{"Add"}, \text{std}, \text{prof} > .P1(\text{std})$
 $+ \text{std}(\text{"Drop"}, \text{course}, \text{prof}).\text{course} < \text{"Drop"}, \text{std}, \text{prof} > .P1(\text{std})$

$P2(\text{course})=\text{course}(\text{msg}, \text{std}, \text{prof}).\text{prof} < \text{msg}, \text{std}, \text{course} > .P2(\text{course})$

$P3(\text{prof})=\text{prof}(\text{msg}, \text{std}, \text{course}).P3(\text{prof})$

$\text{RegistrationManagementSystem}=(\text{new stds}=\{\text{std1}, \dots, \text{stdm}\}, \text{profs}=\{\text{prof1}, \dots, \text{profn}\}, \text{courses}=\{\text{course1}, \dots, \text{coursep}\}P1(\text{std1})|\dots|P1(\text{stdm})|P2(\text{course1})|\dots|P2(\text{coursep})|P3(\text{prof1})|\dots|P3(\text{profn}))$

3. おわりに

複雑である π 演算における記述を、橋渡しとしてホモトピー論を用いることで、比較的容易に、また最適化しつつ記述することができた。また、実際に、履修管理システムを開発することでその有用性を示した。本論では開発対象として比較的小規模な履修管理システムを扱ったが、この設計手法は勿論その他の大規模なサイバーワールドのシステムにも適用することもできる。次回は大規模なシステム開発におけるこの手法について考察していきたい。

参考文献

- 1) Ohmori K. and Kunii T.L.: A pi-calculus modeling Methodology for Cyberworlds Systems using the Duality between a Fibration and a Confibration. *Int. Conf. on Cyberworlds 2008*, pages 363-370.
- 2) Ohmori K. and Kunii T.L.: Enterprise System Development with Invariant Preserving, A Mathematical Approach by the Homotopy Lifting and Extension Properties. (2008)
- 3) Havey, M: *Essential Business Process Modeling*, O'Reilly & Associates Inc, Cambridge (2005).