

SLAM(Simulation Language for Alternative Modeling) II 紹介

姜尚遠 / 데이터통신연구실

I. 序 論

오늘날 社會, 科學, 工學分野에 있어서 存在하는 複雜한 시스템에 대한 解析的 道具로서 시뮬레이션 言語의 개발이 촉진되었다. 시뮬레이션 언어에 要求되어지는 사항으로는 시스템의 數學 論理的인 묘사에 해당하는 모델 開發이 돈과 시간의 적은 投資로서 쉽게 이루어질 수 있어야 하며, 어떤 複雜한 시스템도 그것의 概念이 精確히 그리고 간결하게 모델화 될 수 있는 柔軟性, 明確性, 그리고 簡潔性이 있어야 한다. 그런데 지금까지 이러한 要求條件의 대부분을 충족시킬 수 있는 시뮬레이션 言語는 드문것 같다.

여기서는 위의 要求事項을 훌륭히 충족시키며 여러 분야의 시스템 解析者들에 의해 好評을 받고 있는 Pritsker & Associate에 의해 開發된 凡用 시뮬레이션 언어 SLAM(Simulation Language for Alternative Modeling) II에 關於 紹介하기로 하겠다.

II. SLAM II에 대한 概觀

SLAM II는 포트란에 근거한 시뮬레이션 언

어로서 역시 Pritsker 에 의해 開發된 Q-GER T와 GASP IV의 중요한 特徵들을 結合시킨 言語이다. SLAM II는 세가지 모델화 觀點(Discrete event, continuous, network 모델)을 가지고 있으며, 우리가 원하는 시뮬레이션 모델을 開發하는데 그 모델의 性質에 따라 세가지중 어느 하나로 혹은 그들 사이의 適當한 混合의 形態로 시뮬레이션 모델을 구성할 수 있다. 이렇게 함으로써 SLAM II는 다른 시뮬레이션 言語에서는 찾아보기 힘들 정도로 쉽고 유연하게 모델을 구할 수 있다. 그러면 각 모델화 觀點에 關於하여 살펴보기로 한다.

Network 모델에 해당하는 process-oriented 부분은 queue와 決定點(Decision point)을 나타내는 마디와 server를 나타내는 가지 심볼로 이루어진 network 구조를 이용한다. 그래서 모델화 作業은 이러한 심볼을 組合해서 시스템을 network 形態로 간단하고 쉽게 表現할 수 있다. 이렇게 表現된 모델은 간단하게 SLAM II 프로서서를 위한 敘述文 형태로 變形되어 컴퓨터 시뮬레이션이 된다.

Discrete event 모델에 해당하는 event-oriented 부분에서는 모델자(Modeler) event와 그 event가 시스템에 야기시키는 狀態變化를 定義

한다. SLAM II는 각 event 들에 연관되어 나타나는 상태변화를 묘사하는 数学, 論理的 關係에 대한 포트란 루틴을 만들때에 event 의 스케줄작성, 화일조작, 統計值 수집, 난표본 發生과 같은 흔히 요구되는 기능들을 수행하는데 利用할 수 있는 한 세트의 標準的인 副 프로그램을 提供한다. SLAM II 프로세서의 実行프로그램은 event 가 發生하는 時間을 順序的으로 스케줄해서 각 event 간 시간을 進行시키고 그 시간들에 해당하는 event 서브루틴을 부름으로써 시뮬레이션을 수행한다. 그래서 SLAM II는 연대적으로 發生하는 event 를 시간 순서적으로 맞추는 일을 모델자로 하여금 완전히 덜게 하였다.

Continuous 모델은 狀態變數의 動的 行動을 묘사하는 미분 혹은 次等方程式 (Difference eq.) 을 규명함으로써 SLAM II로 만들 수 있다. 모델자는 SLAM II에서 定義된 한 세트의 storage 열들을 利用함으로써 포트란으로 이러한 方程式을 表現한다. 모델이 微分方程式을 포함할 때 SLAM II는 自動的으로 그것들을 積分하여 모델자에 의해 미리 設定된 正確度 內에서 狀態變數의 값을 計算한다.

SLAM II의 event와 continuous 부분은 GASP IV에 근거한다. SLAM II의 統合된 framework는 GASP IV와 같은 event-continuous 言語의 강력하고 유연한 면과 GPSS와 Q-GERT와 같은 process 言語의 사용하기 편한 면을 結合함으로써 複雑한 시스템의 모델화를 柔軟하고 간단하게 행할 수 있다.

예를들어 discrete 시뮬레이션을 要求하는 시스템을 모델화하려 할 때 모델자는 먼저 network 으로 모델화하고 柔軟性(즉, SLAM II가 提供하는 network framework로 해결할 수 없는)을 要할때만 event 모델을 使用한다. 복잡한 시스템은 network 형태로 편리하게 모델화될 수 있는 많은 部分들을 흔히 포함하고 있으므로 이러한 framework는 모델화를 쉽게 할 수 있게 한다. 모델화를 쉽게 할 수 있는 점 이외에도 SLAM II의 framework는 다른 시뮬레이션 언어의 短点들을 보완하였다. 예를들면 SIMSCRIPT는 모델화를 위한 특별한 言語이나 모델을 開發하는데 시간과 돈의 많은 投資를 要한다. 또 GPSS 혹은 Q-GERT와 같은 block

혹은 network-oriented 言語는 모델 개발의 初期時間과 費用을 줄이긴 하나 모델화 framework가 局限되어 있으므로 複雑한 시스템을 모델화 하기에는 적합치 않다. SLAM II는 모델자로 하여금 모델화하려 하는 시스템에 따라서 network, discrete event, continuous approaches를 적절히 混用할 수 있게 한다.

흔히 成功的인 development는 展開的인 방식 (Evolutionary manner)으로 개선되어 지는 단순한 모델을 갖고 시작한다. SLAM II의 統合된 framework는 특히 이러한 展開過程을 容易하게 하기위해 考案되었다. Network approach는 시스템의 概念을 形式化 (Formulating) 하고 그것들을 다른 사람에게 묘사하는 圖式的인 매개를 提供하기 때문에 모델화의 初期段階에 매우 有用하다. 이러한 形態의 초기모델은 손쉽게 形成, 解析, 討議될 수 있다. 그래서 부정확한 부분이 손쉽게 發見되어 수정된다. 모델에 있어서 network approach를 利用해서는 取扱할 수 없는 부분은 discrete event approach를 利用하여 포함시킬 수 있다. 이와같이 SLAM II의 network 特性은 시뮬레이션의 初期에 시스템에 대한 概念傳達이나 모델의 妥当性 검토, 모델의 再設定을 容易하게 한다. 반면에 event 特性은 network framework로서는 나타낼 수 없는 부분을 표현코자 할 때 使用된다.

2개 혹은 3개의 approaches를 이용한 시스템의 모델화를 容易하게 하기위해 SLAM II의 network, event, continuous부분들간의 interface가 考案되었다. 이러한 interfaces는 세계의 approaches 간에 다음과 같은 特別한 相互作用을 提供한다.

- Network 모델내의 個體 (Entity)가 discrete event를 發生시킬 수 있다.
- Event는 network 모델내의 個體의 흐름을 變化시킬 수 있다.
- Network 모델내의 個體는 狀態變數의 값을 變化시킬 수 있다.
- 狀態變數가 미리 規定된 threshold값에 도달했을 때 network 모델내의 個體를 야기시킬 수 있다.
- Event는 狀態變數 값을 變化시킬 수 있다.

• 状態変数が 미리 규정된 threshold 값에 도달했을 때 event를 야기시킬 수 있다.

III. Process-Oriented(Network) 모델화

SLAM II의 process-oriented 부분은 process 내의 要素들을 모델화한 network 심볼을 이용한다. 모델화 作業은 하나의 個체가 시스템내에 도착해서 그 시스템을 떠날때 까지 만나는 모든 可能한 通路를 network 심볼로 나타내는 것이다. 이와같이 network 은 process를 그림으로 表現한 것이다. 個体는 QUEUE 마디에서 server를 기다리고, AWAIT 마디에서 resource를 기다리면서, 그리고 서비스에 따른 시간지연을 초래하면서 network 모델을 지낸다.

Network을 지나는 個体の 흐름은 각 마디와 關係있는 決定論理와 마디간 개체의 흐름을 유도하는 가지에 의해 조정되고 하나의 개체가 마디를 떠날때 그 마디로부터 放射(Emanating)되는 가지들을 따라 經路를 가진다. 이때 選擇될 수 있는 가지의 최대수는 마디 심볼상에 규정된다. 個体が 放射하는 가지를 가진 마디에서 어느 가지 經路를 택할 것인가 하는 것은 각 가지에 연관되어 있는 確率이나 條件에 의한다. 한 마디부터 개체가 떠나는 것을 그 마디의 release라 한다. 마디의 release는 그 마디에 다른 개체가 도착하거나 시스템의 狀態가 變化할 시에 發生한다. 또한 SLAM II의 가지는 그 가지상에 activity의 期間(Duration)을 규정함으로써 activity에 따른 시간 지연을 모델화 한다. 이 기간은 常数, 個体的 attribute, 혹은 確率分布로부터의 難標本(Random sample)으로 쓰여진다. 또한 activity의 기간은 규정된 마디의 다음 release 시까지 ctivity가 계속된다고 규정함으로써 network의 어떠한 마디의 release시간에 의존할 수 있다. Server는 가지로 모델화되는 activity로 表現되며 그 앞에 서비스의 기다림을 모델화한 QUEUE 마디가 제공된다. 또한 가지상에 個体的 數를 표시함으로써 여러 개체가 동시에 서비스 받는 상태를 쉽게 모델화할 수 있다. SLAM II에 포함된 基本的인 마디 세트 <表 1>에 나타나 있다.

마디이름	기 능
ACCUM	이 마디에 규정된 수 만큼의 개체가 모여졌을때 하나의 개체가 이 마디로 부터 放射된다.
ALTER	Resource의 용량을 變化시킨다.
ASSIGN	個体 attributes나 혹은 전체 시스템 변수들에게 값을 지정.
AWAIT	Resource의 유용성이나 게이트(gate)의 狀態에 근거하여 個体들을 화일내에 지연시킨다.
CLOSE	규정된 게이트를 '닫힘' 狀態로 變化.
CREATE	규정된 도착패턴에 따라서 個体를 發生.
FREE	AWAIT와 PREEMPT 마디에 붙잡혀 있는 resource units을 解除
GOON	아무 작용도 하지 않고 단순히 연결의 作用만 한다. ACCUM의 特別한 경우(규정된 數가 1인 경우)
MARCH	Match 조건이 發生할때까지 개체들을 QUEUE 마디내에 지연시킨다.
OPEN	규정된 게이트를 '열림' 상태로 變化.
PREEMPT	낮은 우선순위(priority)를 갖고 AWAIT 마디나 혹은 PREEMPT 마디에 붙잡혀 있는 resource를 앞서 점유(preempt)함.
QUEUE	하나의 server가 유용할 때까지 개체들을 한 화일내에 지연.
SELECT	Queue 선택규칙과 server 선택규칙에 근거하여 여러 queue와 유용한 server들간에서 선택.
TERM	개체를 없애고 시뮬레이션을 종결 시킴.

<表 1> SLAM II에 있어서 Network 마디의 종류

IV. Event 모델화

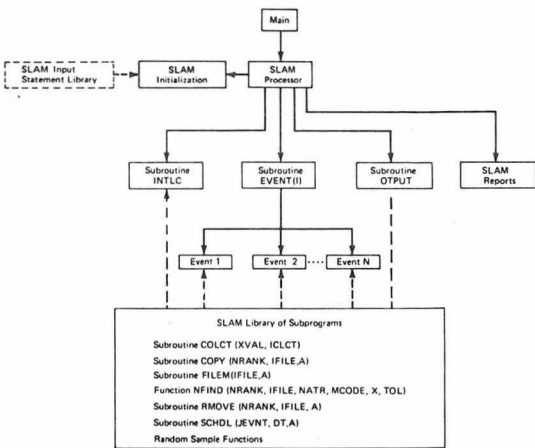
Discrete-event 모델은 시스템의 狀態와 그

상태를 變化시키는 event를 定義하고 event 가 일어나는 時間을 시간 順으로 스케줄 한다음 시간 順으로 發生하는 event時間時 그 event와연 관된 論理에 따른 시스템의 狀態變化를 묘사함 으로서 시스템의 動的 行爲를 모델화 한다. 이 때 물론 狀態變化에는 미래 event 의 스케줄이 포함되어져야 한다.

Discrete-event 모델내의 시스템의 狀態는 화 일내에 屬해 있는 個體의 변수값과 attribute 값에 의해 表現된다. 그래서 初期狀態는 變수에 초기값을 지정하고 events 의 첫 發生을 스케줄 함으로써 규정된다. 시뮬레이션의 수행동안 시 스템내의 個體가 activity를 始作하고 끝내는 그 순간에 상태가 變하는데 이러한 시스템의 狀態를 變化시키는 activity의 시작과 끝이 event 로 모델화 된다.

SLAM II의 event 부분에서는 시뮬레이션을 위한 初期條件을 設定하는 서브루틴 INTLC와 event I와 연관된 論理를 수행케 하는 서브루 틴 EVENT(I), 그리고 標準的인 SLAM II 레 포트 상에는 提供되어지지 않는 특별한 出力을 얻기 위한 서브루틴 OUTPUT은 使用者 자신이 만들어야 한다.

〈그림 1〉은 discrete-event 모델화를 위한 SLAM II 프로그램의 구성을 보였다. 그 구성 은 GASP discrete-event 모델에서 사용한 것 과 비슷하다.

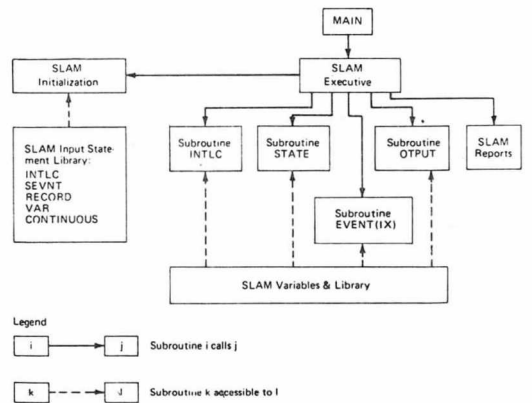


〈그림 1〉 Discrete-event 모델화를 위한 SLAM II 구성도

〈그림 1〉내의 라이브러리 리스트에 나타나 있 는 바와 같이 SLAM II는 統計值의 수집(서브 루틴 COLCT), 파일조작(서브루틴 COPY, F ILEM, REMOVE), event 스케줄(서브루틴 SC HDL), 그리고 難標本發生과 같은 機能을 수행 하는 副 프로그램을 提供한다.

V. Continuous 모델화

Continuous 모델화는 한 세트의 方程式(대수, 미분, 차등 방정식)으로 시스템의 概念, 즉 시 스템의 動的 行爲를 묘사한다. 이러한 式으로 定義된 시스템의 狀態는 시간에 연속적으로 變 한다. Event는 狀態變수가 threshold값을 지날 때 發生한다. 그리고 그러한 event는 시스템의 상태를 순간적으로 變化시킬 수 있다. 〈그림 2〉는 continuous 모델에 대한 SLAM II의 block diagram 을 보이고 있다.



〈그림 2〉 Continuous 모델화를 위한 SLAM II 구성도

VI. Combined 모델화

지금까지 우리들은 SLAM II가 network, di- screte-event, continuous 및 이들간의 混合의 形態로 시스템 모델을 構成할 수 있다는 것을 보았다. 여기서는 混合의 형태로 모델화될시 要求되는 interface 에 関해 알아 보겠다.

1. Network-event Interface

SLAM II의 network 과 event-oriented 부분간의 相互作用을 위해 network event의 概念이 開發되었다. Network event는 하나의 개체가 EVENT 마디에 到着할 때마다 發生하며, 하나의 個체가 도착 하자마자 EVENT 마디는 서브루틴 EVENT(JEVNT)를 呼出한다. 여기서 JEVNT의 값은 実行되어지는 discrete event의 event 코드를 규정한다. EVENT 마디와 연관된 論理는 discrete event model에서와 같이 모델자에 의해 프로그램되며 그러므로써 상당한 柔軟성이 提供된다.

ENTER 마디는 discrete event 내에서 發生한 個체를 network 으로 삼입시키는 역할을 한다. 各 ENTER 마디는 모델자가 指定하는 정수코드 NUM을 가지고 있으므로, 모델자가 서브루틴 ENTER(NUM, A)를 呼出하였을 때 그에 해당하는 discrete event로부터 그 마디에 삼입되어진다. 여기서 A는 network으로 삼입되어지는 개체의 attribute 값을 포함한다. SLAM II의 또 다른 特徵은 서브루틴 STOPA(N)을 呼出함으로써 한 event내의 activity를 멈추게 하는 것이다.

2. Discrete-continuous Interface

모델의 continuous 부분과 discrete-event 부분간의 주 interface는 상태 event 서술문 SEVNT에 의해 提供된다. 混雜모델에서 이 서술문은 continuous 變수가 규정된 threshold 값을 지날때 모델의 discrete-event 부분내에 변화를 야기시키는데 利用된다. 이것의 한 例로서 하나의 continuous 變수가 규정된 값에 도달한 時間에 의해 discrete 시스템내의 작업(Operation)의 始作과 끝 시간을 決定하는 것을 들 수 있다. 상태 event와 연관된 discrete-event 서브루틴은 스케줄 event와 연관된 discrete-event 서브루틴과 같은 方法으로 코드된다.

3. Network-continuous Interface

DETECT 마디는 continuous 부분과 network

部分간의 중요한 interface를 提供한다. DETECT 마디가 network 모델내에 포함되어져 있을 때, 그것은 狀態變수와 그것의 導函數가 규정된 方向으로 규정된 threshold 값을 지날 때 마다 release 된다.

VII. 応 用

Pritsker & Associates에서, SLAM은 宇宙船 製造設備의 設計를 解析하는데, 그리고 電子 메세지 交換시스템의 效率를 結定하는데, 또한 藥材 生産라인에서 생산되어지는 量을 求하고자 利用되어 왔다. 그리고 現在 進行中인 다른 應用分野로는 멀티프로세서 컴퓨터 시스템의 設計評價, 그룹기술의 改善에 근거한 플랜트 設計의 評價, 그리고 훈련 및 教育用프로그램의 開發 등이 있다.

VIII. 結 論

앞에서 시뮬레이션 言語 SLAM II의 여러 特徵들과 內容 및 用途 그리고 다른 시뮬레이션 言語와의 比較 등을 보았다. 前述한 바와 같이 SLAM II는 다른 시뮬레이션 言語와는 달리 세가지 모델화 觀點(Discrete event, continuous, network 모델)을 가지고 있어서 우리가 願하는 시뮬레이션 모델을 開發하는데 그 모델의 性質에 따라 세가지 중 어느 하나로 혹은 그들 사이의 適當한 混雜의 形態로 시뮬레이션 모델을 構成할 수 있으므로 다른 시뮬레이션 言語에서는 찾아보기 힘들 정도로 쉽고 柔軟하게 모델을 구할 수 있다.

요즈음, 여러 分野에서 시스템이 방대, 복잡해지고 있으므로 이에 따라 보다 쉽고 柔軟하며 強力한 시뮬레이션 言語의 要求는 날로 增大하고 있는 실정이다. 이러한 現實的 要求를 고려할 때 SLAM II의 의의는 더욱 強調된다.

본 데이터통신 研究室에서는 SLAM II를 데이터통신 네트워크 設計 및 시뮬레이션 도구로 그리고 local area 네트워크 pilot 시스템의 効果적인 implementation을 위한 시뮬레이션 도구로 使用하려 하며 이를 위한 시스템 構成이 곧 이루어질 豫定이다.

参 考 文 献

1. Pritsker, A.A.B and Pegden, C.D., Introduction to Simulation and SLAM, John Wiley, 1979.
2. Pritsker, A.A.B and Kiviat, P.J., Simulation with GASP II, Prentice Hall, 1969.
3. Schriber, T., Simulation Using GPSS, John Wiley, 1974.
4. Pritsker & Associates, Inc., SLAM II: Enhanced Simulation Capabilities.
5. Pritsker & Associates, Inc., Technical Reference Manual for the SLAM Simulation Program.

