

확률의 기대값을 이용한 멀티미디어 시나리오 수행시간 예측

임재걸

동국대학교 전자계산학과

태돌만

동국대학교 전자계산학과

Estimation of the Time to Execute A Multimedia Scenario Using Expectation of Probability

Jaegeol Yim

Dept. of Computer Science

Dollman Tae

Dept. of Computer Science, Dongguk Univ.

요약

본 논문은 멀티미디어 시나리오 수행시간 예측 방법을 제안한다. 제안된 방법은 멀티미디어 시나리오를 확률분포표를 갖는 페트리넷(Multimedia Petri Net with probability Distribution Table: MPNDT)으로 모델링하고, MPNDT 모델에서 시나리오의 흐름을 시뮬레이션하여 시작부터 종료에 이르기까지의 수행시간을 계산한다. 사용자는 이를 참조하여 시간 사용 계획을 세울 수 있고, 멀티미디어 정보제공자는 이를 참조하여 사용자에게 가장 효율적인 감상 스케줄을 작성하여 줄 수 있다.

1. 서론

본 논문은 확률의 기대값을 이용한 멀티미디어 시나리오 수행시간을 예측하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 멀티미디어 시나리오의 흐름을 페트리넷으로 표현하고, 대이터(미디어) 수행시간의 확률분포표[1]를 관찰로부터 구하여, 확률의 기대값으로 전체 시나리오 대이터 수행 시간을 통계적으로 계산한다. 사용자는 이 결과를 참조하여 시간 사용 계획을 세울 수 있고, 멀티미디어 정보제공자는 이를 참조하여 사용자에게 가장 효율적인 감상 스케줄을 작성하여 줄 수 있다. 본 논문에서 사용하는 페트리넷은 기존의 페트리넷[2,3]에 확률분포표가 포함되었으며 멀티미디어 시나리오 진행을 모델링하는 목적으로 고안되었으므로 MPNDT(Multimedia Petri Net with probability Distribution Table)라 한다[4].

2. MPNDT의 정의

제안된 MPNDT의 정의는 다음과 같다

MPNDT = (P, T, F, DT, IM, DT_C, SYN, DT_MAX, DT_MIN)로 정의된다. 여기에서,

P : 플레이스(원)의 집합을 나타낸다.

T : 트랜지션(작사직형)의 집합을 나타낸다.

F \subseteq {T \times P} \cup {T \times P}' : 긴선(화살표)의 집합을 나타낸다.

DT : 확률분포표이며 다음 곱집합의 부분집합이다. : integer \times real in (0,1) DT의 행은 2개의 요소로 구성된다. 첫번째 요소는 class interval의 중심값, 두번째 요소는 첫 번째 요소가 수행시간으로 발생하는 확률이다.

IM : F에서 DT로 가는 함수(IM : F \rightarrow DT)이고, IM((p,
t))는 p에 해당하는 대이터의 수행시간 확률분포표이다.

DT_C : 두 개의 확률분포표를 결합하는 함수(DT_C : (DT \times DT) \rightarrow DT)로, 만약 A, B, C가 DT이고,

(time_a, prob_a) \in A, (time_b, prob_b) \in B, (time_c, prob_c) \in C라면 DT_C(A, B) = C에서

(time_c, prob_c) = (time_a + time_b, prob_a \times prob_b)이다.

SYN : 트랜지션에서 (OR, AND, MASTER, EX-OR, EX-AND)로 가는 함수이며 SYN(t_j)는 t_j의 진행 징체이다.

DT_MAX : S \subseteq {DT \times DT \times ... \times DT}이고 진행 징체이 "OR"일 때 새로운 확률분포표를 생성하는 함수

(DT_MAX : S \rightarrow DT)로, 만약 ((time_a, prob_a), (time_b, prob_b), ...) \in S, (time_rt, prob_rt) \in C라면 DT_MAX(S) = C에서

(time_rt, prob_rt) = (Max(time_a, time_b, ...), prob_a \times prob_b, ...)이다.

DT_MIN : S \subseteq {DT \times DT \times ... \times DT}이고 진행 징체이 "AND"일 때 새로운 확률분포표를 생성하는 함수

(DT_MIN : S \rightarrow DT)로, 만약 ((time_a, prob_a), (time_b, prob_b), ...) \in S, (time_rt, prob_rt) \in C라면 DT_MIN(S) = C에서

(time_rt, prob_rt) = (Min(time_a, time_b, ...), prob_a \times prob_b, ...)이다.

MPNDT 모델에서 플레이스는 대이터의 출력을 나타내고, 트랜지션은 이 출력을의 종료와 더불어 다른 출력의 동기화를 나타내므로, 플레이스와 트랜지션을 잇는 긴선에 대이터 수행시간의 확률분포표를 매핑한다. 트랜지션은 입력 플레이스들과 매핑되는 대이터들의 출력을 종료하고 다음 화면으로 넘어가는 것을 나타내며, 그 시점은 다음과 같은 디시

가지 진행정책으로 결정된다.

- 1) OR : 현재 화면을 구성하는 데이터들이 모두 서로 독립적이어서, 각 데이터의 출력이 모두 종료되었을 때 다음 화면으로 넘어간다(DT_MAX 함수 적용).
- 2) AND : 현재 화면을 구성하는 데이터들이 모두 비슷한 내용이어서, 그 중 한 개만 출력이 끝나면 다음 화면으로 넘어간다(DT_MIN 함수 적용).
- 3) MASTER : 현재 화면을 구성하는 데이터 중에서 가장 중요한 단위 데이터가 한 개 있고 나머지는 이에 부가적인 설명이어서, 이것의 출력이 종료될 때 다음 화면으로 넘어간다.
- 4) EX-OR : 부가적인 몇 개의 데이터를 제외하고 나머지가 모두 끝난 후 다음 화면으로 넘어간다(부가적인 데이터를 제외하고 나머지 데이터에 대해 DT_MAX 함수 적용).
- 5) EX-AND : 부가적인 몇 개의 데이터를 제외하고 나머지 중 아무 것이나 한 개가 끝나면 다음으로 넘어간다(부가적인 데이터를 제외하고 나머지 데이터에 대해 DT_MIN 함수 적용).

MPNDT의 토큰은 멀티미디어 시나리오에서 토큰이 위치한 지점까지 수행시간 확률분포표를 나타낸다. 각 플레이스에 어떤 토큰이 놓여 있는지를 보이는 벡터를 마킹이라 한다. 그러므로 초기 마킹은 시작 플레이스에만 '0'(수행시간 0, 확률 1) 토큰을 갖는다.

MPNDT의 트랜지션 격발 규칙은 다음과 같다.

1. 마킹 M_i 에서 p_i 에 토큰 Token $_i$ 가 놓여 있으면 p_i 의 출력간선 (p_i, t_i) 는 enabled 되었다고 한다. 이때 출력간선 (p_i, t_i) 에 매핑된 확률분포표를 Table $_{i,t}$ 라 할 때, $Rt_{Table_i} = DT_C(Token_i, Table_{i,t})$ 를 구한다

2. 트랜지션 t_i 는 모든 입력간선 (p_i, t_i) 가 enabled 되었을 때 enabled되어며, Enabled된 트랜지션 t_i 는 격발한다.

3. 격발은 모든 입력 플레이스 p_i 에 대하여 1단계에서 구한 Rt_{Table_i} 에 진행정책을 적용하여 구한 새로운 토큰을 t_i 의 출력 플레이스에 놓는다.

3. MPNDT 적용 예

본 절에서는 MPNDT를 이용한 모델링 및 수행 예를 시간 계산 방법을 예로 들어 설명한다. 다음과 같이 진행되는 “98경주세계문화엑스포”를 소개하는 멀티미디어 시나리오를 예로 들어보자?

첫째 화면은 행사소개(개최기간, 주최, 장소, 행사개요, 주제, 목적, 문의 및 안내)를 나타내는 Text와 대회 상징마크를 나타내는 그림이 출력된다. 이 두 가지 출력이 모두 종료한 후 다음 화면으로 넘어간다.

둘째 화면에는 조직위원회장의 사진, 인사말, 인사말에 대한 텍스트가 출력된다. 조직위원회장의 사진은 부가적으로 출력이 되고, 인사말과 인사말에 대한 텍스트 중 하나의 출력이 끝나면 다음 화면으로 넘어간다.

셋째 화면은 주요행사, 공연, 전시안내에 대한 데이터가

화면에 출력되고, 장소를 안내해 주는지도가 나타난다. “안내 텍스트”的 출력이 종료되면 다음 화면으로 넘어간다.

넷째 화면은 행렬을 하는 모습을 나타내는 영상, 그 행렬에 대한 설명 텍스트와 운영일정, 개최장소에 대한 설명 텍스트가 출력된다. “영상”은 부가적으로 출력이 되고, 나머지 출력이 모두 종료한 후 다음 화면으로 넘어간다.

다섯째 화면은 “전위예술제”에 대한 안내를 나타내는 텍스트와 이 텍스트를 낭독하는 소리가 출력된다. 이들 중 하나의 출력이 끝나면 다음 화면으로 넘어간다.

위의 시나리오에 의해 진행되는 과정을 MPNDT로 모델링하면 <그림 1>과 같이 표현되어 진다. “화면1”은 화면의 위쪽에 상징마크가 출력되는 동안에 아래쪽에는 행사소개를 나타내는 텍스트가 출력되는데, 두 가지 출력이 모두 종료한 후 다음 화면으로 넘어가기 때문에 트랜지션 t_2 의 진행정책은 “OR”이다. “화면2”는 화면의 위쪽에 조직위원회장의 사진이 출력되는 동안에 아래쪽에는 인사말에 대한 텍스트의 출력과 인사말이 소리로 출력되는데, 조직위원회장의 사진을 제외한 나머지 출력중 한 개만 끝나면 다음 화면으로 넘어가기 때문에 트랜지션 t_4 의 진행정책은 “EX-AND”이다. “화면3”은 화면의 좌상에는 행렬하는 영상, 우상에는 행렬에 대한 설명 텍스트가 출력되는 동안에 아래쪽에는 행렬에 대한 안내 텍스트가 출력되는데, 영상을 제외한 나머지 출력이 모두 종료한 후 다음 화면으로 넘어가기 때문에, 트랜지션 t_6 의 진행정책은 “EX-OR”이다. “화면4”는 전위예술제 안내 텍스트가 출력되는 동안에 이 텍스트를 낭독하는 소리가 출력되는데, 이들 중 하나의 출력이 끝나면 다음 화면으로 넘어가기 때문에 트랜지션 t_8 의 진행정책은 “AND”이다.

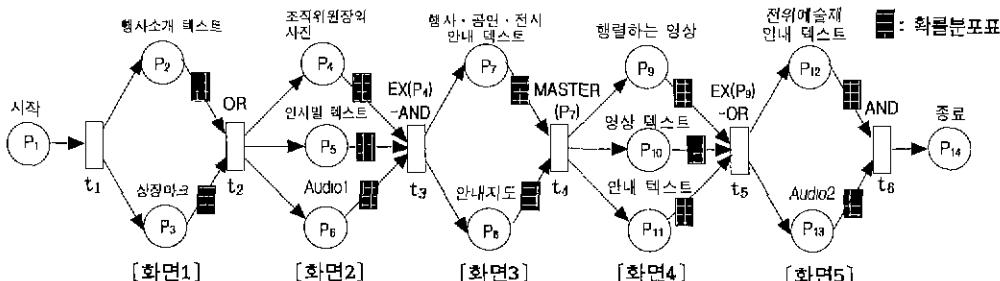
MPNDT로 표현되어진 <그림 1>에서 실제로 멀티미디어 시나리오 수행시간을 구하여보자. “시작” 플레이스 P_1 의 토큰을 0으로 할 때, 트랜지션 t_1 이 격발하여 구한 새로운 토큰을 출력 플레이스 P_2, P_3 의 토큰으로 한다. 트랜지션 t_2 의 각각 입력 플레이스 P_2, P_3 에 대한 토큰 $Token_{2,t}$ 와 입력간선에 매핑된 확률분포표 Table $_{2,t}$ (<표 1>)로 Rt_{Table_2} 에

소요시간	확률
17	0.13
20	0.71
23	0.16

소요시간	확률
16	0.22
18	0.52
20	0.26

제작자
<표 1> [화면 1]에서 각각의 확률분포표

$DT_C(Token_i, Table_{i,t})$ 를 구한다($Rt_{Table_2}, Rt_{Table_3}$, Rt_{Table_4})는 Table $_{i,t}$ 와 동일 - 빠져나면 Token $_i$ 가 ‘0’ 토큰이기 때문). 트랜지션 t_2 의 입력간선이 모두 enabled되었으므로, 트랜지션 t_2 가 격발하여 새로운 토큰을 $DT_{MAX}(Rt_{Table_2}, Rt_{Table_3})$ 로 구한다(<표 2>).



<그림 1> “98경주세계문화엑스포”를 소개하는 멀티미디어 시나리오의 페트리넷 모델

수행시간	확률
Max(17,16)→17	$0.13 \times 0.22 \rightarrow 0.0286$
Max(17,18)→18	$0.13 \times 0.52 \rightarrow 0.0676$
Max(17,20)→20	$0.13 \times 0.26 \rightarrow 0.0338$
Max(20,16)→20	$0.71 \times 0.22 \rightarrow 0.1562$
Max(20,18)→20	$0.71 \times 0.52 \rightarrow 0.3692$
Max(20,20)→20	$0.71 \times 0.26 \rightarrow 0.1846$
Max(23,16)→23	$0.16 \times 0.22 \rightarrow 0.0352$
Max(23,18)→23	$0.16 \times 0.52 \rightarrow 0.0832$
Max(23,20)→23	$0.16 \times 0.26 \rightarrow 0.0416$

수행시간	확률
17	0.0286
18	0.0676
20	0.7438
23	0.016

<표 2> DT_MAX(Rt_Table₂, Rt_Table₃)로 구한 새로운 토큰

트랜지션 t₃가 격발하여 구한 새로운 토큰 <표 2>를 출력 플레이스 P₄, P₅, P₆의 토큰으로 한다. 트랜지션 t₃의 각각 입력 플레이스에 대한 토큰 Token_i와 입력간선에 매핑된 확률분포표 Table_i로 Rt_Table_i(DT_C(Token_i, Table_i))를 구한다(Rt_Table₄, Rt_Table₅, Rt_Table₆). 예를 들어, P₆의 토큰 Token₃와 입력간선(P₅, t₃)에 대응된 Table₆로 Rt_Table₆(DT_C(Token₃, Table₆))를 구하는 방법이 <표 5>에서 제시되고 있다. 트랜지션 t₃의 입력간선이 모두 enabled되었고, 트랜지션 t₃의 진행정책이 EX(P₄)-AND이므로 트랜지션 t₃가 격발하여 새로운 토큰을 Rt_Table₄는 제외되고 DT_MIN(Rt_Table₅, Rt_Table₆)로 구한다

수행시간	확률
14	0.18
16	0.59
18	0.23

수행시간	확률
13	0.12
15	0.68
17	0.2

수행시간	확률
10	0.22
12	0.52
14	0.26

조직위원장 사진 인사말 텍스트 인사말

<표 3> [회면 2]에서 각각의 확률분포표

수행시간	확률
17·13→30	$0.0286 \times 0.12 \rightarrow 0.003432$
17·15→32	$0.0286 \times 0.68 \rightarrow 0.01945$
17·17→34	$0.0286 \times 0.2 \rightarrow 0.00572$
18·13→31	$0.0676 \times 0.12 \rightarrow 0.00811$
18·15→33	$0.0676 \times 0.68 \rightarrow 0.04597$
18·17→35	$0.0676 \times 0.2 \rightarrow 0.01352$
20·13→33	$0.7438 \times 0.12 \rightarrow 0.08926$
20·15→35	$0.7438 \times 0.68 \rightarrow 0.50578$
20·17→37	$0.7438 \times 0.2 \rightarrow 0.14876$
23·13→36	$0.16 \times 0.12 \rightarrow 0.0192$
23·15→38	$0.16 \times 0.68 \rightarrow 0.1098$
23·17→40	$0.16 \times 0.2 \rightarrow 0.032$

수행시간	확률
30	0.003432
31	0.008112
32	0.019448
33	0.135224
34	0.00572
35	0.519304
36	0.0192
37	0.14876
38	0.1098
39	0.0832
40	0.032

<표 4> Rt_Table₅, Rt_Table₆의 확률분포표

수행시간	확률
Min(30,27)→27	$0.003432 \times 0.006292 \rightarrow 2.1594E-05$
Min(30,28)→28	$0.003432 \times 0.014872 \rightarrow 5.1041E-05$
Min(30,29)→29	$0.003432 \times 0.014872 \rightarrow 5.1041E-05$
Min(30,30)→30	$0.003432 \times 0.198788 \rightarrow 0.00068224$
Min(30,31)→30	$0.003432 \times 0.007436 \rightarrow 2.552E-05$
Min(30,32)→30	$0.003432 \times 0.404352 \rightarrow 0.00138774$
.	.
35	0.090497971
36	0.00079872
37	0.012045696

<표 5> DT_MIN(Rt_Table₅, Rt_Table₆)로 구한 새로운 토큰

트랜지션 t₃가 격발하여 구한 새로운 토큰 <표 5>를 출력 플레이스 P₇, P₈의 토큰으로 한다. 이와 같은 방법으로 종료

에 이르기까지 시뮬레이션하여 수행시간 확률분포표 <표 6>를 구하였다.

수행시간	확률	수행시간	확률	수행시간	확률
104	3.54076E-07	112	0.060061216	120	0.026267498
105	5.28167E-06	113	0.060347857	121	0.006298276
106	2.82321E-05	114	0.165555175	122	0.001504639
107	0.000249191	115	0.113036398	123	0.000288706
108	0.000886814	116	0.244660607	124	2.57589E-05
109	0.003277726	117	0.104884126	125	3.07988E-06
110	0.011596412	118	0.140121987	126	1.17951E-07
111	0.018154522	119	0.042746025	.	.

<표 6> 종료에서의 수행시간 확률분포표

시뮬레이션하여 얻은 <표 6>으로 확률의 기대값에 의해 구한 결과 멀티미디어 시나리오 수행시간으로 평균 115.6초, 표준편차 2.2를 얻었다.

4. 결론

본 논문은 확률의 기대값을 이용한 멀티미디어 시나리오의 수행시간을 예측하는 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 멀티미디어 시나리오를 모델링하기 위해 확률분포를 갖는 MPNDT를 정의하였고, MPNDT의 시뮬레이션을 위해 트렌지션의 진행정책과 격발규칙을 정의하였다. 본 논문에서는 멀티미디어 시나리오를 예로 들어, 실제로 수행시간이 계산되어지는 과정도 제시하였다.

사용자는 이 결과를 참조하여 시간 사용 계획을 세울 수 있고, 멀티미디어 정보제공자는 이를 참조하여 사용자에게 가장 효율적인 감상 스케줄을 작성하여 줄 수 있다.

향후 연구 계획은 본 연구 결과를 확장하여 하이퍼미디어 시나리오 수행에 필요한 시간을 예측하는 통계적 방법을 제시하는 것이다.

참고문헌

- [1] R. C. Weimer, Statistics, Reading, Wm. c Brown Publishers, 1993
- [2] T.Murata, "Petri Nets: Properties, Analysis and Applications." Proceedings of the IEEE, Vol. 77, No. 4, April 1989.
- [3] 이동익, "페트리넷 이론의 기초," 정보처리(한국정보처리학회 학회지), Vol. 2, No. 2, pp 76-84, 1995년 6월.
- [4] 임재걸, 이계영, "페트리넷을 이용한 하이퍼미디어 시나리오 수행 시간 예측" 정보처리(한국정보처리학회 논문지), Vol 5, No. 6, pp 1119-1129, 1998년 5월

수행시간	확률
Min(30,27)→27	$0.003432 \times 0.006292 \rightarrow 2.1594E-05$
Min(30,28)→28	$0.003432 \times 0.014872 \rightarrow 5.1041E-05$
Min(30,29)→29	$0.003432 \times 0.014872 \rightarrow 5.1041E-05$
Min(30,30)→30	$0.003432 \times 0.198788 \rightarrow 0.00068224$
Min(30,31)→30	$0.003432 \times 0.007436 \rightarrow 2.552E-05$
Min(30,32)→30	$0.003432 \times 0.404352 \rightarrow 0.00138774$
.	.
35	0.090497971
36	0.00079872
37	0.012045696

<표 5> DT_MIN(Rt_Table₅, Rt_Table₆)로 구한 새로운 토큰

트랜지션 t₃가 격발하여 구한 새로운 토큰 <표 5>를 출력 플레이스 P₇, P₈의 토큰으로 한다. 이와 같은 방법으로 종료