

# 확률의 기대값을 이용한 멀티미디어 시나리오 수행시간 예측

임재걸  
동국대학교 전자계산학과

태돌만<sup>o</sup>  
동국대학교 전자계산학과

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

Jaegool Yim  
Dept. of Computer Science

Dollman Tae<sup>o</sup>  
Dept. of Computer Science, Dongguk Univ.

### 요 약

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, 데이터(미디어) 수행시간의 확률분포표[1]를 관찰로부터 구하여, 확률의 기대값으로 전체 시나리오 데이터 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(적사각형)의 집합을 나타낸다.

F ⊆ (T × P) ∪ (T × P) : 간선(화살표)의 집합을 나타낸다.

DT : 확률분포표이며 다음 곱집합의 부분집합이다. : integer × 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 → DT)이고, IM((p,

t<sub>i</sub>)는 p<sub>i</sub>에 해당하는 데이터의 수행시간 확률분포표이다  
DT\_C : 두 개의 확률분포표를 결합하는 함수(DT\_C : (DT × DT) → DT)로, 만약 A, B, C가 DT 이고, (time<sub>a</sub>, prob<sub>a</sub>) ∈ A, (time<sub>b</sub>, prob<sub>b</sub>) ∈ B, (time<sub>c</sub>, prob<sub>c</sub>) ∈ C 이면 DT\_C(A, B) = C 에서 (time<sub>c</sub>, prob<sub>c</sub>) = (time<sub>a</sub> + time<sub>b</sub>, prob<sub>a</sub> × prob<sub>b</sub>)이다.  
SYN : 트랜지션에서 {OR, AND, MASTER, EX-OR, EX-AND} 로 가는 함수이며 SYN(t<sub>i</sub>)는 t<sub>i</sub>의 진행 정책이다.  
DT\_MAX : S ⊆ {DT × DT × ... × DT} 이고 진행정책이 "OR"일 때 새로운 확률분포표를 생성하는 함수 (DT\_MAX : S → DT)로, 만약 ((time<sub>a</sub>, prob<sub>a</sub>), (time<sub>b</sub>, prob<sub>b</sub>), ... ) ∈ S, (time<sub>rtk</sub>, prob<sub>rtk</sub>) ∈ C 이면 DT\_MAX(S) = C에서 (time<sub>rtk</sub>, prob<sub>rtk</sub>) = (Max(time<sub>a</sub>, time<sub>b</sub>, ...), prob<sub>a</sub> × prob<sub>b</sub>...)이다  
DT\_MIN : S ⊆ {DT × DT × ... × DT} 이고 진행정책이 "AND"일 때 새로운 확률분포표를 생성하는 함수 (DT\_MIN : S → DT)로, 만약 ((time<sub>a</sub>, prob<sub>a</sub>), (time<sub>b</sub>, prob<sub>b</sub>), ... ) ∈ S, (time<sub>rtk</sub>, prob<sub>rtk</sub>) ∈ C 이면 DT\_MIN(S) = C에서 (time<sub>rtk</sub>, prob<sub>rtk</sub>) = (Min(time<sub>a</sub>, time<sub>b</sub>, ...), prob<sub>a</sub> × prob<sub>b</sub>...)이다.

MPNDT 모델에서 플레이스는 데이터의 출력을 나타내고, 트랜지션은 이 출력의 종료와 더불어 다른 출력피의 동기화를 나타내므로, 플레이스와 트랜지션을 잇는 간선에 데이터 수행시간의 확률분포표를 매핑한다. 트랜지션은 입력 플레이스들과 매핑되는 데이터들의 출력을 종료하고 다음 화면으로 넘어가는 것을 나타내며, 그 시점은 다음과 같은 디스



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	0.16

<표 2> DT\_MAX(RL\_Table<sub>2</sub>, RL\_Table<sub>3</sub>)로 구한 새로운 토큰

트랜지션  $t_2$ 가 격발하여 구한 새로운 토큰 <표 2>를 출력 플레이스  $P_5, P_6$ 의 토큰으로 한다. 트랜지션  $t_3$ 의 각각 입력 플레이스에 대한 토큰 Token<sub>1</sub>와 입력간선에 매핑된 확률분포 Table<sub>1</sub>로 RL\_Table<sub>1</sub>(DT\_C(Token<sub>1</sub>, Table<sub>1</sub>))를 구한다(RL\_Table<sub>4</sub>, RL\_Table<sub>5</sub>, RL\_Table<sub>6</sub>). 예를 들어,  $P_6$ 의 토큰 Token<sub>3</sub>와 입력간선( $P_5, t_3$ )에 매핑된 Table<sub>5</sub>로 RL\_Table<sub>5</sub>(DT\_C(Token<sub>3</sub>, Table<sub>5</sub>))를 구하는 방법이 <표 5>에서 제시되고 있다. 트랜지션  $t_3$ 의 입력간선이 모두 enabled되었고, 트랜지션  $t_3$ 의 진행정확이 EX( $P_4$ )-AND이므로 트랜지션  $t_3$ 가 격발하여 새로운 토큰을 RL\_Table<sub>4</sub>는 제외되고 DT\_MIN(RL\_Table<sub>5</sub>, RL\_Table<sub>6</sub>)로 구한다

수행시간	확률	수행시간	확률	수행시간	확률
14	0.18	13	0.12	10	0.22
16	0.59	15	0.68	12	0.52
18	0.23	17	0.2	14	0.26

조직위원장 사진

인사말 텍스트

인사말

<표 3> [화면 2]에서 각각의 확률분포표

수행시간	확률
17-13→30	$0.0286 \times 0.12 \rightarrow 0.00343$
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	$0.16 \times 0.68 \rightarrow 0.1088$
23+17→40	$0.16 \times 0.2 \rightarrow 0.032$

수행시간	확률	수행시간	확률
30	0.003432	27	0.006292
31	0.008112	28	0.014872
32	0.019448	29	0.014872
33	0.135224	30	0.198788
34	0.00572	31	0.007436
35	0.519304	32	0.404352
36	0.0192	33	0.0352
37	0.14876	34	0.193388
38	0.1088	35	0.0832
40	0.032	37	0.0416

<표 4> Rt\_Table<sub>5</sub>, Rt\_Table<sub>6</sub>의 확률분포표

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

<표 5> DT\_MIN(RL\_Table<sub>5</sub>, RL\_Table<sub>6</sub>)로 구한 새로운 토큰

트랜지션  $t_3$ 가 격발하여 구한 새로운 토큰 <표 5>를 출력 플레이스  $P_7, P_8$ 의 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
106	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 트랜지션의 진행정확과 격발규칙을 정의하였다. 본 논문에서는 멀티미디어 시나리오를 예로 들어, 실제로 수행시간이 계산되어 지는 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, 1993년 5월