

패트리넷을 이용한 아코디온 연주의 손가락 알고리즘

김영찬, 이종근
 창원대학교 컴퓨터공학과
 e-mail: jklee@changwon.ac.kr

Fingering Algorithm for Accordion Music Play used Petri nets

Young-Chan Kim, Jong-kun Lee*
 Dept of Computer Engineering, Changwon National University

요 약

아코디온은 키보드와 건반 그리고 공기주머니로 구성 되어 있는 악기로써 건반 악기의 특성과 화음을 위한 키보드 코드의 손가락 운영 기법이 요구되는 악기의 특성을 갖는다. 따라서, 연주를 자습하거나 독자적인 교습을 위한 연주법에 대한 알고리즘이 요구된다. 본 연구에서는 아코디온의 효율적인 연주를 위하여 손가락 연주의 알고리즘을 패트리 넷으로 표현하여 화음과 멜로디의 관계성을 표현하였다. 또한 사례를 들어 모델링을 검증하였다.

키워드: 패트리 넷, 아코디온, 연주법, 손가락기법, 가락, 화음

1. 서론

아코디온 연주에서 하나의 작업이 연결되는 상태, 마킹의 흐름이 원활하게 순환되는 동작의 경제성 제고가 가장 중요한 문제 중 하나이다. 아코디온은 원활한 음악 연주의 진행을 위해 Bass 화음, keyboard 멜로디, Voice의 3 요소가 조화롭게 표현되어지는 것을 요구하는 음악 연주 시스템이다. 일반적으로 시스템 모델링 연구에는 패트리 넷이 [1,2] 많이 활용되고 있는데 특히 연주 모델 연구에도 많은 연구들이 [3-7] 제안 되었다. 그러나 주요 연구분야는 작곡 분석이나 음악형태 분석등에 치중하였고 연주와 연계 되어진 연구는 처음이 된다. 본 연구팀은 이미 아코디온 연주를 위한 기초 연구를 수행하여 발표 하였다. 본 연구는 아코디온의 효율적인 연주를 위하여 화음과 멜로디로 구분 되어진 연주 알고리즘을 모델링하여 손가락의 연주 알고리즘을 제시하여 검증한다. 손가락 연주 알고리즘을 기타의 코드와 같이 정의하여 알고리즘화 함으로 향후 자습 연주법 시스템을 개발하는데 기초가 되고자 한다. 연주 시스템 모델링후 사례 곡을 통하여 효율성을 검증하였다.

2장에는 일반적인 패트리 넷 정의를 기술하였고, 3장에는 일반적인 아코디온의 특성에 대한 설명을 기술하였으며, 4장에서는 패트리 넷 기반의 아코디온 연주 시스템을 모델링하고 사례연구를 하였으며 5장에서 향후 연구 방향을 제시 한다.

2. 패트리 넷의 정의

패트리 넷은 일반적으로 시스템의 모델링에 쓰이며, 다음과 같이 정의 할 수 있다 [1,2,8].

패트리 넷 PN은 5-튜플로 구성된다:





$PN = (P, T, I, O, Mo)$, $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, 플레이스의 유한 집합, $T = \{t_1, t_2, \dots, t_k\}$, 트랜지션의 유한 집합, $I(t_j \in T \rightarrow I(t_j) \in P)$, 트랜지션의 입력 함수, $O(t_j \in T \rightarrow O(t_j) \in P)$, 트랜지션의 출력 함수, $Mo: P \rightarrow \{0, 1, 2, 3, \dots\}$, 초기 마킹, $P \cap T = \emptyset$ 이다. 랜지션 $t \in T$ 는 M 에서 점화 가능하며 이를 $M[t >$ 로 표현한다, 만일 $\forall p \in \bullet t, M(p) > 0$ 가 된다, 여기서 $\bullet t$ 는 트랜지션 t 의 입력 플레이스, $t \bullet$ 는 트랜지션 t 의 출력 플레이스를 의미한다. 만일 $M[t >$ 이면 트랜지션 t 는 점화가능하며, 새로운 마킹 M' 을 가지며, $M[t > M'$, with $M'(p) = M(p) - 1$ 로 표시된다, 만일 $p \in \bullet t, M'(p) = M(p) + 1$ 이면 $p \in t \bullet$; 그렇지 않으면 $M(p) = M'(p)$, for $\forall p \in P$. 마킹 Mo 에서 도달 가능한 마킹의 집합은 $R(PN, Mo)$ 로 표시된다. (PN, Mo) 는 5-튜플 $PN = \langle P, T, I, O, M \rangle$ 를 갖는 패트리 넷이라고 하자.

트랜지션 $t \in T$ 는 $\forall M \in R(PN, Mo), \exists M' \in R(PN, Mo), M[t >$ 이면 마킹 Mo 로부터 생존(live) 가능하다. 만일 $\exists t \in T, Mo[t >$ 이면 PN는 교착상태이다. 만일 $\forall M \in R(PN, Mo), \exists t \in T, M[t >$ 이면 (PN, Mo) 는 교착자유상태(deadlock free)이다. 만일 $\forall t \in T, \exists M \in R(PN, Mo)$ 이며 $M[t >$ 가 성립하면 (PN, Mo) 는 부분생존한다. 만일 $\exists t \in T$, 트랜지션 t 가 $Mo(PN, Mo)$ 에서 생존하면 (PN, Mo) 은 생존한다.

만일 $\exists k \in \mathbb{N}, \forall M \in R(PN, Mo), \forall p \in P, M(p) \leq k$ 를 만족하면 (PN, Mo) 는 유한하다.

3. 아코디온 연주

Accordion은 보통 4개의 다른 부분(그림 1)으로 분리하여 음악 표현을 하는 것이 특징이며, 이 4개의 부분이 지연, 교착, 중지 등이 없을 때가 연주가 원활하며 가장 중요한 부분이다. 일반적으로, Accordion은 bellow를 양손으로 열고 닫으면서 송풍하면 공기가 금속리드를 밀고 당기면서 소리가 나는 구조이다. 이 악기는 타악기로서 Bass, Bellow, Keyboard, Audio 층으로 구성되어 있다[8,9].

형태 및 구조	기능
 Audio	Keyboard & Bass → Bellow → 금속리드 → Sound의 정보
 Keyboard	Keyboard → 높은음보표 → 높은음의 정보
 Bellow	Bellow1 → Bellow16 까지의 공기압 정보
 Bass	Bass → 낮은음보표 → 화음의 정보

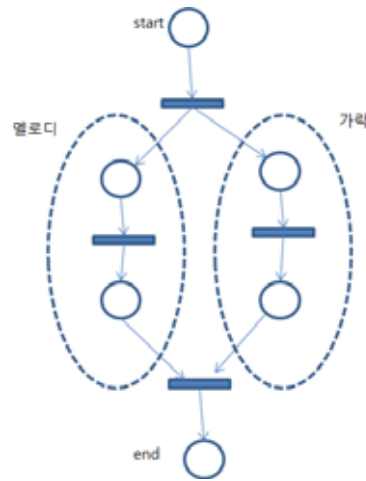
(그림 1) 아코디온의 구성

Accordion Bass 첫 단계인 4박자 음표를 기준으로 분석해 보면, 왼손이 바람통인 공기압을 조절하며, 낮은음 Bass의 소리 크기와 길이를 담당한다. 왼손은 반드시 낮은음자리표(♭)를 이용하며 반주를 할 때 사용한다. 왼손 Bass는 장음계의 ‘도·미·솔’인 C-Major(또는CM)으로 표시 로 표시하고, 악곡의 시작에 반음내림표(b)가 붙어있는 단음계는 ‘라·시·미’인 ‘라 단조’의 D-minor(또는 Dm)로 표시한다. 이 때 Bass 기본 버턴인 C 위치는 보이지 않으므로 왼손가락 4번 끝으로 원형줄표시(♯)를 확인 해야 한다. 왼손의 엄지손가락인 ①번은 사용하지 않고 ② · ③ · ④ · ⑤의 손가락만 사용한다. 연주시 왼손은 화음을 단계적으로 이동하면서 각마디의 적정 화음에 맞게 Marking 을 하면 자연

스러운 연주가 된다. 여기에서 적정화음이란, 먼저 주요 박자에 들어가는 음을 분석한 후에 최적의 화음 장음계(Major)는 왼손가락 ④ · ③이 동시에 와 순서로 이동한다. 단음계(minor)는 왼손가락 ④ · ② 번으로 와 순서로 동시에 이동한다. 특히 마디의 처음의 Bass를 강하게 연주하며, 다음의 Bass는 처음 박자보다 여리게 소리를 낸다.

4. 패트리 넷을 이용한 아코디온 연주

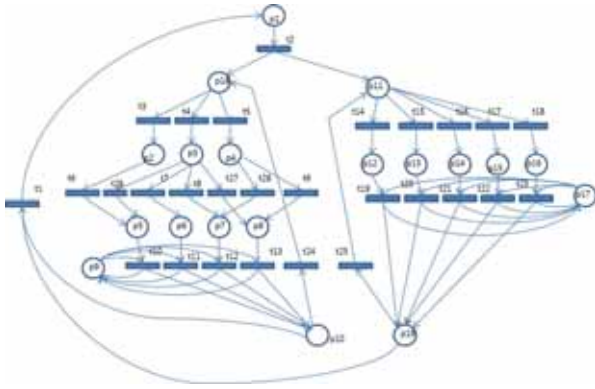
아코디온은 멜로디와 화음을 동시에 연주하는데 멜로디는 건반을 화음은 코드를 통하여 연주하게 된다. 따라서, 멜로디는 오른손과 화음은 왼손을 활용하게 되어 이를 기본적으로 모델링하면 그림 2와 같다.



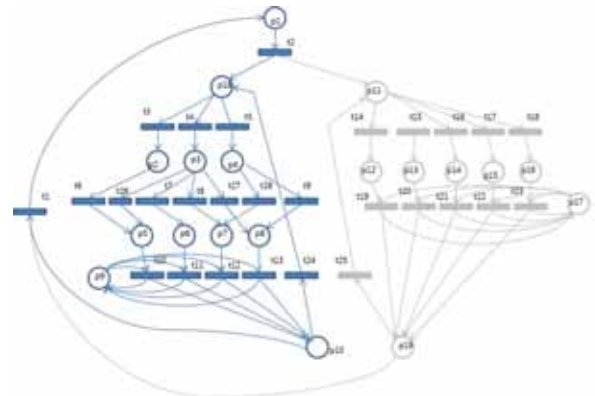
(그림 2) 아코디온 연주의 일반형 모델

4.1 통합 모델

아코디온 연주의 기본 모델을 활용하여 가락과 화음으로 구분하여 통합 모델을 구성하면 (그림 3)과 같다. 가락 연주는 오른손을 활용하는 것으로 5가지 단음을 생성하게 된다. 7가지 음계와 다섯 손가락을 모두 사용하는 관계로 가락 연주를 위한 모델을 작성하면 그림4와 같으며 가락 연주를 위한 플레이스 와 트랜지션을 정리하면 표 1과 같다. 화음의 경우 (그림 5) 왼손을 활용하여 연주하게 되는데 코드관리를 위한 모델의 플레이스 와 트랜지션은 표 2와 같다. 통합 모델을 통한 연주 알고리즘은 다음과 같다:



(그림 3) 아코디온 연주 통합모델

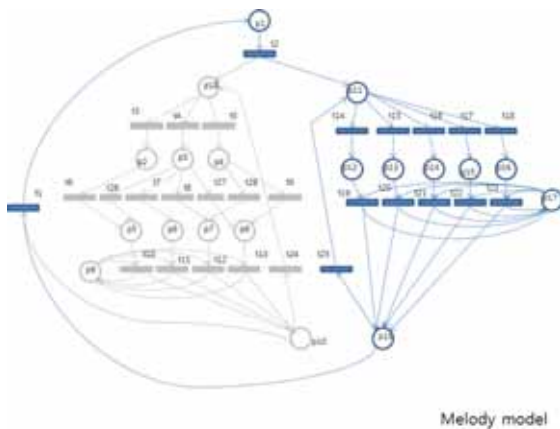


Harmony model

(그림 4) 가락 모델

(그림 5) 화음 모델

(표 2) 화음 모델의 플레이스와 트랜지션



Melody model

(표 1) 가락 모델의 플레이스와 트랜지션

플레이스	내용	트랜지션	내용	트랜지션	내용
P1	워킹플레이스	T1	워킹트랜지션	T10	7코드열음생성
P2	왼손3	T2	시작화음	T11	기본저음
P3	왼손4번	T3	왼손3	T12	단화음리드
P4	왼손2번	T4	왼손4	T13	7화음리드
P5	장화음	T5	왼손2	T24	계속화음연주
P6	기본저음	T6	장화음	T26	장화음+기본저음
P7	단화음	T7	기본음	T27	화음+기본저음
P8	7화음	T8	단화음	T28	단화음+기본저음
p9	7코드생성	T9	7화음조절		
P10	화음생성				
p18	시작화음				

플레이스	내용	트랜지션	내용
P1	워킹플레이스	T1	워킹트랜지션
P11	시작 가락음	T2	시작가락음
P12	오른손 1번	T14	오른손1공기감지
P13	오른손2번	T15	오른손2
P14	오른손3번	T16	오른손3
P15	오른손4번	T17	오른손4
P16	오른손5번	T18	오른손5
P17	7건반음계	T19	1단음생성
p19	여러가락 생성음	t20	2단음생성
		T21	3단음생성
		T22	4단음생성
		T23	5단음생성
		t25	가락음계속연주

통합 알고리즘:
 입력: 통합악보
 출력: 통합 연주

1. 가락 악보를 읽음
2. 가락과 화음의 알고리즘을 병행 처리한다
 <가락알고리즘>
 - 1). 멜로디에 따라 오른손가락 1,2,3,4,5를 가락을 통하여 선정
 - 2). 멜로디의 계음에 따라 지정된 손가락을 해당 건반을 누른다
 - 3) 여러 음을 생성
 <화음알고리즘>
 - 1)계열핀 따라 왼손 1,2,3으로 구분
 - 2)계열핀과 함께 화음 코드에 의한 화음코드변환
 - 3)여러 음 생성
3. 다음 가락악보를 읽음

4. 2-3번을 악보가 끝날 때까지 반복

본 알고리즘을 통하여 가락연주와 화음 연주의 조화를 이룰 수 있으며 패트리 넷 모델을 통하여 도달성과 생존성 등의 기본 성질들을 만족한다. 가락과 화음 모델은 현재는 단음 중심으로 표현되어 있다. 그러나, 박자와 음표의 표시에 따른 음의 변화에 대하여서는 지금의 모델로서는 표현이 어렵다. 이 모델을 통하여 독주 교본을 통한 교육이 가능하다 하겠다.

4.2 사례 연구

본 절에서는 “섬집 아기”를 사례로하여 통합 모델에 적용하여 연주를 시행하여 모델의 그 효율성을 검증한다(그림 6).



(그림 6) 섬집 아기 사례악보

사례 악보에 의한 통합 모델의 연주 과정을 살펴보면 다음과 같다:

1마디의 화음 연주

P1 (t2>p18(t4>p3(t9>p8(t13>p10(t24>
 p18(t4>p3(t7>p6(t11>p10(t24>
 p18(t4>p3(t7>p6(t11>p10(t24>
 p18(t4>p3(t9> p8(t13>p10(t24>
 p18(t4>p3(t7>p6(t11>p10(t24>
 p18(t4>p3(t7>p6(t11>p10(t1>p1

1마디의 가락연주

P1(t2>p11(t14>p12(t19>p10(t24>p11(t15>p13(t20>
 p10(t24>p11(t16>p14(t21>p10(t24>p11(t17>p15(t22>
 p10(t24>p11(t16>p14(t21>p10(t24>p11(t15>p13(t20>p10(t1>p1

화음과 가락 연주 모델의 경우 병행적으로 처리하여도 도달성과 생존성의 성질을 만족하고 있어 이 모델의 유용성이 검증 된다.

5. 결론 및 향후 연구 방향

건반 악기인 아코디온 음악 시스템을 도형적, 가시적, 수행 가능적, 형식적 명세 모델인 패트리 넷에 기초하여 아코디온 연주시의 병렬성, 병행성, 비동기

성, 비결정성이 있는 문제등을 분석하였다. 화음인 Bass와 멜로디인 Keyboard의 흐름을 분석하고 가시화하여 패트리 넷을 이용한 동기 모델에 대해 고찰해 보았다. 향후 연구과제로 Bass 쪽의 음향전파를 위한 아코디온 악기의 구조 개선, 중량인 무게 개선, 보면대 등의 보조 도구 개선, 장르별 아코디온 악보, 음악의 형식인 악전 연구 등 여러 문제를 명세하는 모형이 제시 되어야 한다. 본 논문에서 제시한 패트리 넷에 기반한 유연 아코디온 음악 연주를 위해, 아코디온의 구조학 연구, Bass를 짚는 왼손가락의 운지법과 키보드를 짚는 오른손가락의 운지법에 대하여 개발하고 연구한 컴퓨터 그래픽 모형과 관리기법이 요구된다.

참고문헌

[1] Murata T., "Petri nets: Properties, Analysis and Applications," In Proc. of the IEEE, 77(4), 541-580,1989[14]
 [2] Peterson JL, Petri net Theory and the Modeling of Systems, Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, Inc.,1987
 [3]Brate, A.; Haus, G. & Ludovico, L.A. Music Analysis and Modeling through Petri nets, In:Computer Music Modeling and Retrieval,R. Kronland-Martinet, T. Voiner, S. Ystad(Eds), pp. 201-218, Spring Berlin Heidelberg, 3-540-34027-0, Berlin,2005
 [4] Brate, A.; Haus, G. & Ludovico, L.A. Ppetri nets Applicability to Music Analysis and Composition, Proceedings of international computer Music Conference '07 (IMIC 2007), Holmen Island, Copenhagen, Denmark, 2007
 [5] Haus, G. & Longari, M., A Multi-Layered Time-Based Music Description Approach based on XML. Computer Music Journal. MIT Press, 2005
 [6] Haus, G. & Rodriguez, A. Formal Music Representation; a Case Study: the Model of Ravel's Bolero by Petri nets, In: Music Processing, G. Haus (Ed.), Computer Music and Digital Audio Series, pp. 165-232, A-R Editions, Madison,1993
 [7] Adriano Barate. "Music Description and Processing: an approach based on Petri nets and XML" LIM, Italy, 2006
 [8] 임재영,이종근"패트리 넷의 아코디온 연주 묘사와 분석연구",멀티미디어학회논문지,Vol. 13, No. 10, pp. 1557-1564, 2010
 [9] 이선명 "표준 아코디온교본",삼호뮤직, pp.8-28, 1977