그래프 이론을 이용한 어레이 타입 잉크젯프린터의 메인터넌스 시스템 개발

Development of Array Type Inkjet Printer Maintenance System Using Graph Theory

*정연건 [1], #심재경 [2]
*Y. G. Jung[1], #J. K. Shim (jkshim@korea.ac.kr)[2]
[1] 고려대학교 기계공학과, [2] 고려대학교 기계공학과

Key words : Graph Theory, Type Synthesis, Array Printer, Inkjet, Printer

1. 서론

최근 들어 프린터는 고속화 대용량화 되면서 잉크젯 방식의 속도 한계를 극복하기 위해 기존의 셔틀 방식과 달리 어레이(Array or Page Width) 방식이 제안되고 있다. 기존의 셔틀 방식의 경우 용지의 진행방향과 수직방향으로 셔틀이 이동하면서 일정 폭 간격으로 인쇄 동작을 진행한다. 이에 비해 어레이 방식의 경우, 용지는 연속적으로 진행하고, 카트리지에 용지 폭 만큼의 노즐이 형성되어, 용지의 진행속도에 맞춰 인쇄할 수 있어 인쇄 속도를 획기적으로 줄일 수 있는 방식이다. 이러한 어레이 타입의 잉크젯 프린터는 속도 면에서 레이져 프린터와 경쟁하며, 기구 구조를 단순화 시키고, 잉크젯 프린트 고유의 색감 우위성를 유지할 수 있는 장점이 있다.

잉크젯 프린터에는 노즐의 성능을 일정수준으로 유지해 주기 위한 메인터넌스 기능을 필요로 한다. 이 경우 인쇄 영역과 메인터넌스 영역이 동일한 기구 메커니즘을 요구하게 된다. 본 논문은 어레이 타입 잉크젯 프린터의 메인터넌스를 개발을 목표로, 다양한 형태의 기구 구조를 검토하고 도출된 기구구조의 이용가능성을 분석하여 실제 적용 가능한 기구 메카니즘을 도출하였다. 기구 구조의 전개에는 그래프이론을 이용하였으며 최대한 다양한 형태를 검토하고자 한다.

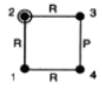
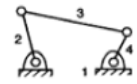
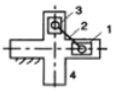
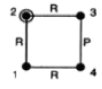
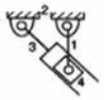
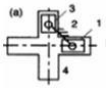
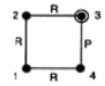
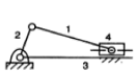
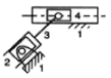
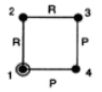
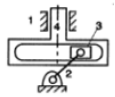
2. 시스템 기능 및 제한조건 분석

잉크젯 프린터의 메인터넌스는 캡핑, 와이핑, 스핏팅, 퍼징, 펄스워밍 등으로 구성된다. 이 가운데 본 시스템은 캡핑, 와이핑, 스핏팅을 기본 기능으로 한다. 여기에 어레이 타입의 특수성으로 인해 용지를 지지하는 플래튼이 개폐되는 별도 기능이 추가된다. 메인터넌스는 2 개의 모터를 이용하여 이를 적절히 분배하여 원하는 동작을 수행하고자 한다. 이를 위해 기능적 연관성이 있는 와이핑, 스핏팅, 플래튼 개폐(이하 W.S.P.)를 하나의 시퀀스로 구성하고, 캡핑을 별도 동력원으로 구동한다. 캡핑의 경우 1 자유도에 하나의 기능이 구현되므로 가장 간단한 4 절 링크 구조로 구현할 수 있다. 그러나 W.S.P.의 경우 1 개의 자유도로 3 가지 기능을 구현해야 하므로 이 부분을 중점적으로 살펴 보고자 한다. 먼저 연구의 효율성을 감안해 몇 가지 제한 조건을 부과한다. ①독립루프는 2 개로 한다. ②고차대우는 하나 이상 사용하지 않는다. ③슬라이딩 조인트는 2 개 이내로 사용한다. ④그라운드를 제외한 모든 링크는 2 개 이상의 슬라이딩 조인트를 사용할 수 없다. ⑤와이퍼는 일정 구간 직선운동을 해야 하므로 슬라이딩 조인트를 사용하고 그라운드와 연결된다. ⑥그라운드는 삼중링크로 구성한다. 상기 제한 조건을 바탕으로 그래프 이론을 이용하여 최대한 많은 기구 메커니즘을 도출하고 이들의 장단점을 분석하여 시스템에 적용 가능한 구성을 찾도록 한다.

3. 형태합성 및 메커니즘 도출

캡핑의 경우 하나의 동력원을 사용하고 독립루프가 하나이며, 평면 기구 운동을 하고 고차 대우를 사용하지 않을 경우 4 개의 링크와 4 개의 조인트로 구성된 메커니즘이 도출된다. 이러한 메커니즘은 알려진 바와 같이 7 가지 메커니즘으로 표현 가능하다(Table 1 참조). 이 가운데 가장 간단한 구조이며 위치제가가 용이한 구조를 채택하고자 한다. 따라서 Table1.의 7 가지 구조 가운데 1 번 Type 을 선택한다.

Table 1. Cap Type Synthesis and Mechanism(5)

No.	Graph	Mechanism	No.	Graph	Mechanism
1			5		
2			6		
3			7		
4					

W.S.P.의 경우 하나의 동력원을 사용하고, 독립루프가 2 개이며, 평면운동을 하는 경우에 있어서, 고차대우를 사용하지 않을 경우 6 개의 링크와 7 개의 조인트를 가지는 메커니즘이 된다. 만약 고차대우를 1 개 사용할 경우 링크수는 5 개, 조인트 수는 6 개인 메커니즘이 구성된다. 2 절에서 언급한 제한조건을 반영할 경우 그림 1 과 같이 45 가지 기구 메커니즘이 구성된다.

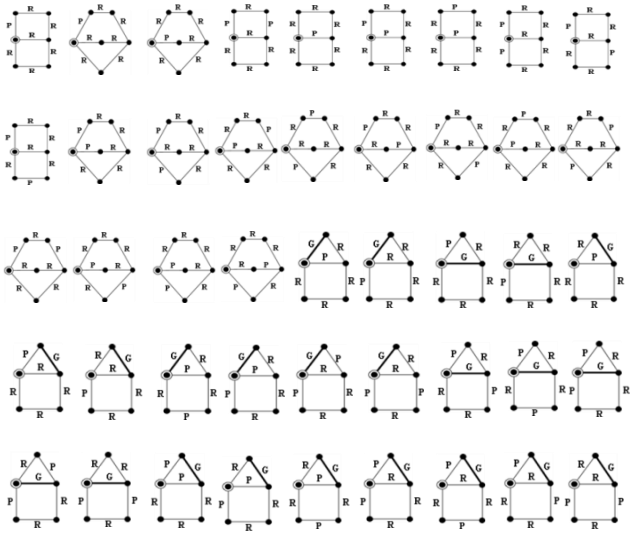
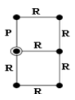
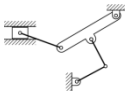
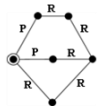
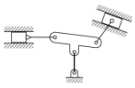
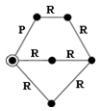
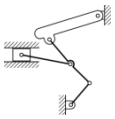
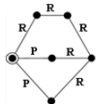
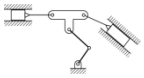
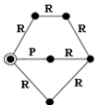
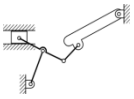
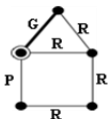
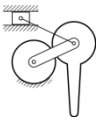
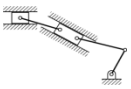


Fig. 1 W.S.P. Graph

이 가운데 1 차 이용가능성 분석을 통하여 table 2 의 7 가지 그래프를 선정하여 장단점을 분석하고자 한다. 장단점 분석 결과 W.S.P. 1, 2, 3 는 유사한 기구 구조를 가지며, 기능적으로 비슷한 성능 수준을 가지고 있으나, 공간 활용성 측면에서 2 가 가장 유리한 구조이다. W.S.P. 4 의 경우 최소의 공간에서 기능구현이 가능하나 prismatic joint 의 특성상 직선운동만 가능한 단점이 있다. W.S.P. 5, 6 의 경우 공간적으로 플래튼과 와이퍼 사이의 간격이 넓고, 와이퍼에 부하발생시 3 원 링크에 과도하게 부하가 집중되어 위치제어에 어려움이 발생할 수 있다. W.S.P. 7 의 경우 구조가 간단하고 힘의 전달 메커니즘이 단순하여 기구적으로 가장 효과적인 구조로 판단된다. 상기 내용을 바탕으로 2, 4, 7 번 구성이 시스템에 적용 가능한 구성으로 판단된다. 이 가운데 최종적으로 공간의 효율적 이용성 측면에서 6 번 시스템을 채택하고자 한다.

Table 2 W.S.P. Type Synthesis and Mechanism

No.	Graph	Mechanism	No.	Graph	Mechanism
1			5		
2			6		
3			7		
4					

4. 시스템의 변형

3 절에서 언급한 4 번 시스템의 경우 가장 작은 사이즈의 메커니즘을 구성할 수 있는 반면 직선운동만이 가능한 단점을 내포하고 있다. 따라서 이러한 단점을 보완하기 위해 pin-in-slot 과 cam contact 을 활용하여 경로설정의 자유도를 향상시키고 공간활용의 장점은 그대로 유지하는 방향으로 시스템을 개선하고자 한다. 이를 위해 mechanism 을 아래 그림과 같이 변형하였다.

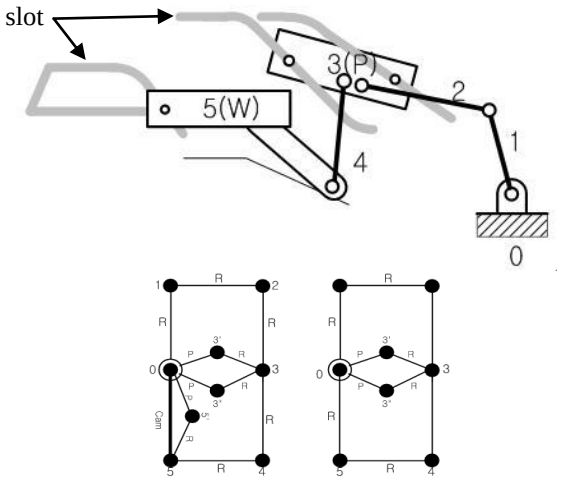


Fig. 2 W.S.P. Final System and Graph

상기 구조의 경우 3 번 링크가 platen 이며, 5 번 링크가 wiper 의 역할을 수행한다. 와이퍼 링크의 경우 부분적으로 1 번 그라운드와 cam contact 을 하게 되며, cam contact 을 하지 않을 경우 1 번 그라운드와 revolute joint 를 형성하게 된다. 이를 그래프로 표시하면 아래 그림 2 와 같이 표현 가능하다. 이때 pin-in-slot 은 low pair 로 표현하였다. 전체 W.S.P.의 동작은 그림 3 과 같다.

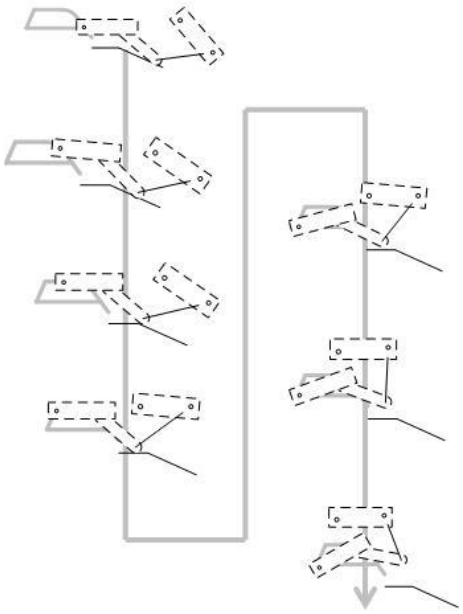


Fig. 3 W.S.P. Mechanism Sequence

5. 결론

어레이 타입의 잉크젯 프린터의 메인터넌스 시스템을 개발하기 위해 시스템의 주요 기능과 제한조건을 분석하고 이를 바탕으로 그래프이론을 적용하여 cap 의 경우 7 가지, W.S.P.의 경우 45 가지 기구 구조를 전개하였다. 이 가운데 시스템의 활용가능성을 분석하여 최종적인 구조를 선별하였으며, 시스템의 변형을 통해 최적의 기구 구조를 도출하였다.

참고문헌

1. Freudenstein,F., and Maki,E.R., “ Development of an Optimum Variable-Stroke Internal-Combustion Engine from the Viewpoint of Kinematic Structure” ASME Journal of Mechanisms, Transmissions, and Automation in Design, Vol.105, No.2, June 1983, pp.259-266
2. Mayourian M., Freudenstein,F., “The Development of an Atlas of the Kinematic Structures of Mechanisms” ASME Journal of Mechanisms, Transmissions, and Automation in Design, Vol.106, No.2, December 1984, pp.458-461
3. 김현중, “ 그래프이론을 이용한 가변밸브 기구의 형태합성”, 고려대학교 2006, 석사학위논문
4. Lung-Wen Tsai, “Mechanism Design-Enumeration of Kinematic Structures According to Function”, 2001, CRC Press
5. Erdman, Arthur G., “Mechanism Design: Analysis and Synthesis”, 2001, Prentice Hall