

DBR 스케줄링 기법의 연구 동향 State-of-the-Art of DBR Scheduling Methodology

장성용(Seong Yong Jang)

서울산업대학교 산업정보시스템공학과(Dept. of Industrial & Information
Systems Engineering, Seoul National University of Technology,
syjang@snut.ac.kr)

Abstract

이 논문은 TOC(Theory of Constraints) 기반의 DBR(Drum-Buffer-Rope) 스케줄링 기법의 기본 개념을 소개하고, 이 기법이 처음 개발되어 오늘에 이르기까지 실제 생산기업에 적용되고 이론적으로 발전되어온 역사를 문헌을 중심으로 고찰하는 것이다.

DBR 스케줄링 기법의 기본 개념 및 구조를 간단한 사례를 중심으로 설명하였으며, 1988년 처음 개발된 이후 발표된 논문을 중심으로 프로세스 산업 적용, 반도체 산업 적용, DBR과 ERP 통합, MPS 문제, 버퍼 크기 문제, 공급망 관리와의 연계, VAT 분석, JIT와의 연계, 서비스 산업에의 적용, 일반 산업 응용 사례, DBR 시스템 개발 등으로 나누어 문헌 분석을 한 결과를 제시하였다. 마지막으로 향후 DBR 기법의 발전 방향 등에 대하여 논의하였다.

1. 서론

TOC(Theory of Constraints)는 Eli Goldratt에 의해 개발된 점진적인 경영개선 기법으로서 시스템의 성능을 결정하는 제약을 찾아 다른 요소들을 이 제약에 종속시키고 나아가서 궁극적으로는 제약을 개선함으로써 시스템의 성능을 향상시키는 기법이다.

MvMullen 등(1988)은 1990년대 미국의 제조업의 재건에 결정적으로 기여한 기법이 JIT(Just-in-Time), TQM(Total Quality Management) 그리고 TOC라고 주장하였다.

이 TOC 개념이 초기에 소개되었을 때는 적용분야가 주로 생산분야에 국한되었으나, 점점 적용범위가 넓어져 최근에는 생산 운영, 재무 및 측정, 프로젝트

관리, 공급체인 관리, 판매 및 영업, 인력관리, 품질경영, 전략 경영 등 경영 전분야에 걸쳐 적용되어 가고 있다.

본 연구에서는 TOC의 가장 초기부터 개발되어 가장 많은 적용 사례를 보이고 있는 DBR(Drum-Buffer-Rope) 스케줄링 기법을 중심으로 기본 개념과 원리를 설명하고, 이 기법이 초기 창안단계에서부터 현재까지 적용 및 연구되어온 역사를 문헌들을 중심으로 더듬어 봄으로써 DBR의 어제와 오늘 그리고 내일을 조망해보기로 한다.

2. DBR의 기본 개념 및 구조

TOC는 시스템의 제약에 관심을 집중하여, 시스템의 목표에 부합되게 그 제약을 철저히 활용하고, 이 제약의 활용방안을 시스템의 나머지 부분에 활용해 나가는 방식으로서 TOC 5단계 개선 활동은 다음과 같이 정리될 수 있다.

단계 1. 시스템의 제약자원을 찾아낸다(Identify the constraints).

단계 2. 제약자원을 최대한 활용하는 방안을 결정한다(Decide how to Exploit the constraints).

단계 3. 그 외의 모든 의사결정은 단계 2의 결정에 종속시킨다(Subordinate everything else to the decision taken in step 2).

단계 4. 제약자원의 능력을 향상시킨다(Elevate the constraints).

단계 5. 위 단계들의 적용으로 제약자원이 사라졌다면 단계 1로 돌아간다. 이 때 타성으로 인해 제약자원이 생기지 않도록 한다(If, in any of the above steps, a constraint is broken, go to step 1. Do

not let *Inertia* cause the next constraint).

Schragebaum and Ronen(1990)은 TOC의 이러한 개념을 활용하여 DBR을 적용하기 위한 3단계를 제시하였으며, 이 3단계들이 매 생산계획 시 마다 반복되어야함을 강조하였다.

단계 (a) 제약자원의 능력이 충분히 활용되는 일정 계획을 작성한다(Drum).

단계 (b) 버퍼의 크기를 결정한다(Buffer).

단계 (c) 위의 두 단계에 따른 원자재 투입계획을 작성한다(Rope).

이러한 DBR 스케줄링 개념을 이해하기 위해 간단한 예제 문제를 통해 설명하기로 한다. 예제의 생산 시스템은 [그림 1]과 같이 6개의 공정으로 이루어져 있으며 오직 하나의 제품만을 생산한다. 시장 수요는 시간당 8개이며 이 생산라인의 생산 능력이 시간당 10개라면 제약은 시장수요(market demand)이라고 볼 수 있다. 즉 생산 라인은 시장수요의 속도에 맞추어 생산을 해야 함을 의미한다.

[그림 2]는 이러한 경우에 대해 DBR을 적용한 예를 보여주고 있다. 먼저 제약인 시장수요를 확인하고 이 시장수요 속도가 드럼(drum)이 된다. 제약 앞에는 버퍼를 위치하게 되는데 이 경우에는 시장이 제약이기 때문에 출하버퍼(shipping buffer)가 제약버퍼(constraint buffer) 역할을 겸한다. 생산라인의 변동성을 고려하여 버퍼의 시간길이를 정하여 활용한다. 마지막으로 원자재 투입시기를 결정하는 단계에 로프(rope)의 길이를 결정하여 그 길이만큼 제약일 정으로부터 상쇄하여 투입시기를 결정한다. 이 때 로프의 길이는 공정작업시간의 합과 버퍼의 길이를 합하여 결정한다.

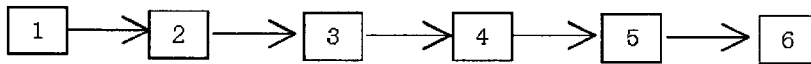
[그림 3]에는 제약이 내부 공정에 존재하는 경우

의 DBR 적용 예이다. [그림 3]에서 생산라인의 4번 공정이 병목으로서 생산능력을 결정하는 제약자원이 된다. 이 생산라인의 시간당 생산능력은 제약자원의 능력인 시간당 10개이며, 시장수요는 시간당 12개로써 제약이 내부 생산라인에 있음을 볼 수 있다. 시장수요에 비해 생산능력이 작기 때문에 제약자원의 능력을 최대한 보호함으로써 생산능력을 보호해야 한다. 이제 제약자원이 확인되었기 때문에 셋업 최소화 등 제약자원을 최대한 활용하기 위한 방법을 찾아서 제약자원의 생산 스케줄 즉 드럼을 결정한다. 이 때 시장 수요의 속도 즉 MPS 일정에서부터 출하버퍼를 고려한 출하와 제약자원간의 로프의 길이를 역산함으로써 제약자원의 스케줄을 산정한다. 생산 스케줄이 작성되었으면 제약자원 앞에 제약버퍼(constraint resource buffer, CCR)를 설치하며, 제약자원에서부터 투입시점까지 로프길이를 산정하여 원자재 투입시기를 결정한다.

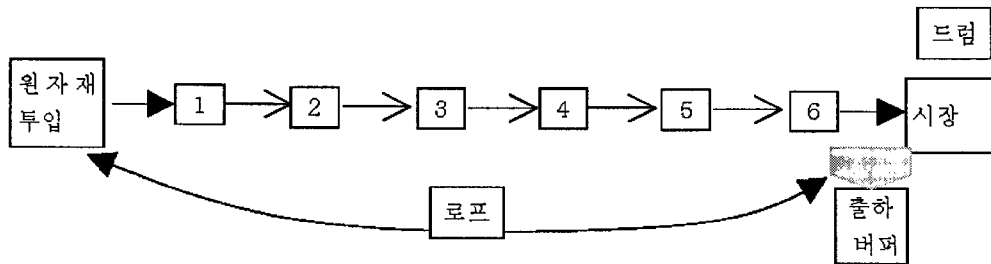
만약 개선활동을 통하여 4번 공정의 생산 능력이 시간당 13개로 증가할 경우 제약자원은 2번 공정으로 옮겨지며, 이 때 생산능력은 12개가 된다. DBR에서는 개선활동 뿐 아니라 수요변동에 의해서도 제약자원이 이동할 수 있음을 유의해야 한다.

버퍼는 제약자원 앞에 위치하는 제약자원 버퍼, 시장 수요 변동에 맞춘 출하버퍼가 기본적으로 활용되며, 공정이 조립(join)이 이루어지는 경우에는 제약자원이 위치하지 않는 공정 쪽에 활용하기 위한 조립버퍼(assembly buffer)를 두게 된다. 또한 원자재의 준비의 변동성을 고려하여 입고 버퍼(receiving buffer)를 두기도 한다.

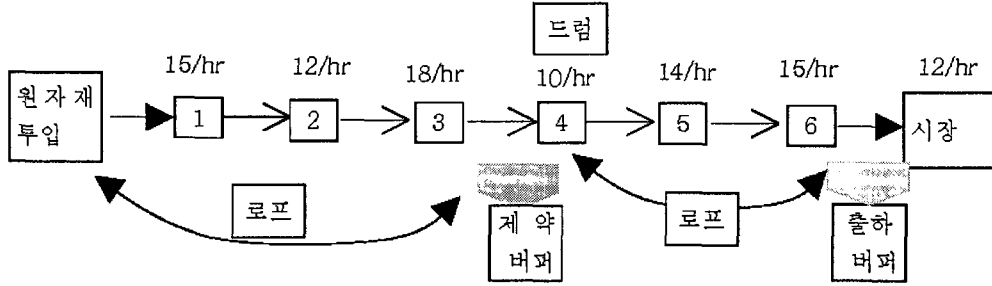
DBR에서는 주요 공정인 수요 MPS와 제약자원의 일정, 조립 공정의 일정, 그리고 각종 원자재 투입이 정을 수립하여 집중적으로 관리하게 되며, 기타 분기(branch)가 일어나는 공정도 집중적인 관리 대상이 된다. 나머지 다른 공정에서는 주어진 일정계획이



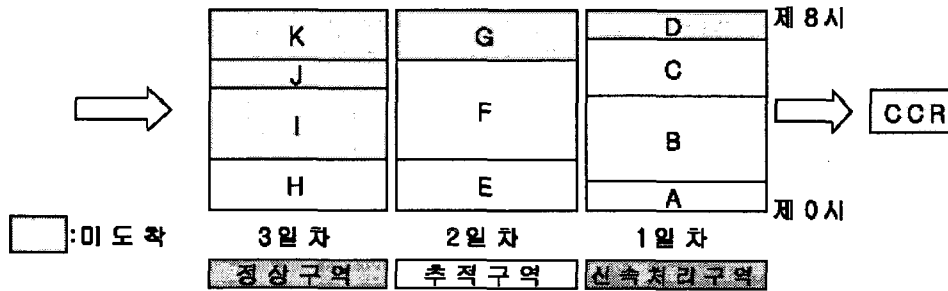
[그림 1] 예제 생산 시스템



[그림 2] 시장이 제약인 경우 DBR 적용 예



[그림 3] 내부 공정이 제약인 경우 DBR 적용 예



[그림 4] 버퍼관리

수립되는 것이 아니라 작업이 도착한대로 최대한의 능력으로 작업을 수행하게 된다.

각 버퍼는 일반적으로 버퍼의 길이를 3등분하여 제약자원의 작업에 가장 근접한 시간대를 신속처리 구역(expidite zone), 중간 시간대를 추적구역(track zone), 가장 여유 있는 시간대를 정상구역(normal zone)으로 구분하여 관리한다. 추적구역에는 90% 이상의 작업이 종료되어 대기하여야 하며, 추적 구역에는 75% 이상의 작업이 종료되어 대기 상태가 될 때 정상적인 관리상태가 되며, 그렇지 못한 경우에는 적절한 조치를 취하여야 한다. [그림4]에 버퍼관리 개념을 도시하였다.

3. DBR 연구 방향

3.1 초기 태동기

1980년대 초에 Eli Goldratt은 OPT(Optimized Production Technology)라는 소프트웨어를 개발하여 생산관리 시스템에 적용하여 많은 성과를 거두었다. 그는 OPT를 기반으로 컨설팅을 수행하면서 얻은 결과를 토대로 핵심원리를 체계화하고 재정립함으로써 DBR의 토대를 확립하였다. 골드랫은 OPT를 포기하고 TOC 이론의 체계화에 집중함으로써 OPT와 TOC는 거의 유사한 개념을 가지고 공존하던 시기가 있었으며 많은 연구자나 활용자들 간에 OPT와 TOC 사이에 혼동이 있었다. OPT는 TOC 개념을 활용한 생산관리 시스템 소프트웨어로서 발전해오고 있다. Spencer 와 Cox(1995)는 초기에 OPT를 중심

으로 이론적인 연구나 응용연구 등에 대한 문헌조사를 통해 OPT와 TOC 간의 관계 및 차이점 등에 대하여 발표하였다. 초기 연구발표 논문은 주로 OPT 자체, OPT와 MRP와의 연계, OPT와 JIT와의 연계, 그리고 OPT-MRP-JIT와의 연계에 집중해서 발표되었다. 골드렛(1984)은 'The Goal'이라는 소설에서 생산시스템 관리 개념을 제약(병목) 개념에 입각해서 설명하였으며, 기존의 원가 기반의 성과측정시스템의 문제점들을 제시하였다. 여기에서는 OPT 용어를 사용하지 않는다. 그는 1986년에 발표한 책 'The Race'와 1998년에 발표한 논문에서 DBR의 기본 골격을 제시하였으며, 또한 이와 함께 점진적인 개선기법으로서의 TOC 이론을 1992년에 개정판 'The Goal'을 통해 경영자나 일반 관리자들에게 급속히 전파하는데 기여하게 된다.

TOC는 생산 운영분야에서 생산 스케줄링 및 통제 시스템으로서 DBR과 버퍼관리로 정립이 이루어졌으며, 생산 시스템의 특성을 반영한 V-A-T 분석에 대한 연구가 이루어졌다. Schragenheim & Ronen(1990, 1991)은 발표한 두개의 논문에서 골드렛의 기본 개념에 DBR과 버퍼관리 개념을 구체화해서 정립한 것을 발표하였다. 이 외에도 초기 DBR 개념 정립에 연구 발표를 한 결과는 Lambrecht 와 Decaluwe(1988), Fawcett(1991), Spencer(1991) 등이 있으며, 버퍼관리 개념에 대한 정립에는 Reimer(1991) 연구가 기여를 하였다.

V-A-T 분석은 Fawcett & Pearson(1991), Lockarmy와 Cox(1991) 등에 의해 이루어졌다. 이것은 생산프로세스를 세가지 유형으로 구분하게 되며 특성에 따라 제어점 즉 버퍼의 위치가 달라진다. V형 생산은 소수의 원자재에서 다수의 제품으로 변환되는 생산프로세스로서 분기점이 많이 존재하기 때문에 분기점이 제어점에 포함된다. A형은 다수의 원자재들로부터 점점 조립 과정을 거치면서 소수의 완제품을 만드는 생산시스템으로서 조립지점이 주요 제어점에 포함된다. T형은 몇 개의 병렬 혹은 A형의 생산시스템에 의해 생산되다가 최종 혹은 후반부에서 중간제품들이 조립되면서 다수의 완제품들이 만들어지는 생산 시스템이다.

3.2 90년대 중반 이후 최근 연구

1990년 중반 이후 최근까지 DBR과 관련된 국내외의 29개 논문들을 조사하여 부록1에 정리하였다. 최근의 DBR 연구들은 주로 이론적인 연구보다는 적용에 관련된 것이 다수를 차지하고 있다. 이는 1990년 초 이전에 이미 DBR의 중요한 골격이 형성되었기 때문이다. 이 논문들은 주요 특성별로 구분해보면 버퍼관리 문제, 흐름생산, 반도체생산 적용, DBR과 ERP 연계, MPS문제, DBR과 JIT 연계, SCM과 동

합, TOC 이론 발전, 서비스산업 응용, 시스템 개발 등으로 나누어 볼 수 있다.

1) 버퍼관리 문제

함정근(2002)은 버퍼의 위치, 관리 문제에 대한 방법론을 소개하였으며, Radovitsky(1994)와 고시근과 윤훈용(2001)은 CCR의 버퍼를 대기행렬 모형으로 보고 대기열의 길이를 구하여 TOC 이론에서의 Throughput 회계 개념을 반영한 버퍼크기 결정 방법을 제안하였다. 이기상(2002)은 보호시간이 버퍼에 미치는 영향을 실험적으로 분석하였으며, 이정익(2002)은 버퍼크기가 makespan과 평균흐름시간에 미치는 영향을 시뮬레이션을 수행함으로써 버퍼관리 방안을 제시하였다.

2) 흐름생산

Schragenheim & Ronen 외 2인(1994)은 흐름생산에서 DBR에 의한 생산 및 통제 기법으로서의 구체적인 방안을 제시하고 다른 관리 기법인 Taylor & Borlander 모델과 비교하였다. Duclos & Spencer(1995)는 실제 흐름생산 시스템에서 DBR 기법과 MRP 기법, 버퍼를 가미한 보완된 MRP 기법 간의 성능 평가를 통해 DBR이 가장 우수한 결과를 보임을 입증하였다. 고시근(2002)은 세단제로 이루어진 직렬생산라인에 대한 DBR 기반의 마코프 모형을 구축하고 민감도분석을 수행하였다.

3) 반도체생산 적용

Kayton 외 2인(1996, 1997)은 반도체공정의 특수성인 반복제진입 특성을 반영한 DBR 생산시스템을 시뮬레이션 모델링하고 병목공정과 비병목공정에서의 작업우선순위규칙에 따른 반도체 공정의 성능 평가와 병목공정 앞 비병목 공정의 고장이 병목에 미치는 영향을 분석하였다. Kayton(1998)은 실제반도체 공장에 DBR 기법과 TOC의 점진적 개선기법을 적용하여 반도체 웨이퍼 생산량이 연간 40만개에서 70만개 이상으로 향상됨을 보여주었다. Rippenhagen & Chrishnaswany(1998)는 AMD Fab 공정에 DBR 기반의 시뮬레이션 모델을 개발하여 적용하는 사례를 제시하였다.

4) DBR과 ERP 연계

DBR과 MRP 즉 자재소요량계획과의 관련 연구는 초기에 많이 이루어졌다. 그러나 주로 초기의 연구는 MRP와 DBR의 통합가능성 아니면 서로간의 적대적인 관계임을 보여주는 내용들이었다. Umble 외 2인(2001)은 최근 기업종합정보시스템인 ERP를 구축한 사례를 통해 ERP를 기본으로 하고 생산계획 및 관리 부분은 DBR을 연결함으로써 상호보완관계임을 주장하였다. 차석근과 박기태(2002)는 ERP 개념과

DBR 시스템 연계적용 가능성을 논하였다

5) MPS문제

Spencer와 Cox(1995)는 DBR에서의 MPS의 개념 및 역할 등을 분석하였다. 기존 MRP 시스템에서의 MPS와는 달리 최종제품의 생산계획이 아닌 계약자원에서의 일정으로 보고 사례를 제시하였다.

6) DBR과 JIT 연계

고시근과 김재환(2002)은 안정된 수요를 갖는 생산라인에서 간반을 사용한 DBR 시스템 구현 사례 및 간반 최적개수 산출 방안을 제시하였다.

7) SCM과 통합

김효용과 한영근(2000)에 DBR 스케줄링 기법을 이용한 공급체인망 관리 방안을 제시하였으며, Rippenhagen(2002)은 DBR 기법을 활용하여 반도체 생산 공급체인망모델과 생산시스템을 통합하는 모델을 제시하였다.

8) TOC 이론 발전

Spencer & Cox(1995)는 OPT와 TOC 간의 혼동되는 문제를 명쾌하게 정의하고 초기 OPT와 DBR 혹은 TOC 정립 당시 연구논문들을 바탕으로 분석하여 차이점과 공유점 등을 분석하여 제시하였다. Spearman(1997)은 TOC의 기본적인 개념과 기여도를 설명하고, 특히 생산시스템을 Push 시스템과 Pull 시스템으로 분류하여 그 사이에서 DBR의 위치를 논하였다. Rosar(1998)은 DBR 기법을 적용할 경우 발생하는 계약자원(병목)을 찾기위한 실제적인 방안과 계약자원을 최대로 활용하고 보호하기 위한 방안 등을 제시하였다. Blackstone(2001)은 TOC의 기본 개념들을 설명하고, 적용영역을 운영, 재무 및 측정, 프로젝트 관리, 마케팅, 판매, 인적자원관리, 전략 및 기술 분야로 나누어 각 영역에서 적용방법 및 사례들을 제시하였다.

9) 서비스산업 응용

최근 서비스 산업영역의 확대로 이 분야에서 TOC의 활용이 증가하고 있다. Atwater & Chakravorty(1995)는 직접예방보수 문제에 DBR과 Throughput 회계를 적용하였으며, Spencer & Waten(1994)은 가구제조회사에서 DBR 적용 이후에 계약 및 배달업무 등 사무작업에 TOC 점진적인 개선활동을 통한 생산성 향상사례를 제시하였다. Olson(1998)은 보안장비 설치 및 서비스 회사의 업무에 TOC 적용 사례를 제시하였으며, Siha(1999)은 서비스 산업을 특성에 따라 서비스 공장(service factory), 서비스 가게(service shop), 대량 서비스(mass service) 그리고 전문서비스(professional

service)로 구분하여 각 영역에서 TOC 적용 기법이 다르게 적용되어야함을 주장하였다.

10) 시스템 개발

최정길 외 4인(2001)은 DBR 기반의 APS 시스템 개발을 위한 상세시스템 설계안을 제시하였다. 한영근과 김연균(2001)은 인터넷을 통한 주문생산환경에서의 실시간 DBR 스케줄링 시스템을 개발하여 실제 적용한 사례를 제시하였다. 이성진과 선지용은 절삭공구 제조회사에 적용가능한 DBR 스케줄링 시스템을 개발하여 적용함으로써 기존의 우선순위 규칙 FIFO를 사용하는 것보다 생산성이 증대함을 제시하였다.

4. 결론

본 논문에서는 1980년 후반에 출현한 TOC의 생산관리기법으로서 DBR에 대한 기본 개념을 간단한 사례를 통하여 설명하였으며, 초기부터 발표된 논문들을 중심으로 DBR과 관련 연구 동향을 파악하였다. 1980년대 말에서 1990년 초까지 DBR 연구에 대한 정리가 Spencer & Cox에 의해 이루어졌기 때문에 여기에서는 1990년대 후반 이후부터 최근 논문을 중심으로 정리 분석하였다. DBR의 적용 논문들은 프로세스 산업 적용, 반도체 산업 적용, DBR과 ERP 통합, MPS 문제, 버퍼 크기 문제, 공급망 관리와의 연계, JIT와의 연계, 서비스 산업에의 적용, DBR 시스템 개발 등으로 나누어 볼 수 있었으며, 최근에는 이론적인 연구보다는 적용사례 연구가 중심을 이루고 있다.

앞으로 DBR에 대한 연구는 주로 JIT나 6시그마, TPM 등 다른 관리 기법과 연계, SCM과의 연계, 그리고 TOC의 다른 활용기법인 사고 프로세스(thinking process)와의 통합 적용, 서비스 산업 특성에 따른 적용 방안, 반도체와 같은 독특한 특성을 가진 산업에 적용하는 것에 대한 연구가 될 것으로 예상된다.

참고문헌

Atwater, J. B. and Chakravorty, S. S., 1995, Using the theory of constraints to guide the implementation of quality improvement projects in manufacturing operations, *International Journal of Production Research*, 33(6), 1737-1784.

한국경영과학회/대한산업공학회 2003 춘계공동학술대회
2003년 5월 16일-17일 한동대학교(포항)

- Blackstone, J.H. Jr. 2001. Theory of Constraints: A Status Report, *International Journal of Production Research*, 39(6), 1053-1080.
- Duclos, L.K. and Spencer, M.S. 1995. The Impact of a Constraint Buffer in a Flow Shop, *International Journal of Production Economics*, 42(2), 175-185.
- Fawcett, C.E., Understanding and applying constraint management in today's manufacturing environment, *Production and Inventory Management Journal*, 32(3), 46-55.
- Goldratt, E.M., 1988, Computerized shop floor scheduling, *International Journal of Production Research*, 26(3), 443-455.
- Goldratt, E.M. and Fox, R. E., 1986, The Race, North River Press.
- Goldratt, E.M., 1990, *Theory of Constraints*, North River Press.
- Goldratt, E.M. and Cox, J., 1992, The Goal, North River Press.
- Kayton, D., Teyner, T. and Schwartz, C. ; Uzsoy, R. 1996. Effects of dispatching and down time on the performance of wafer fabs operating under theory of constraints, *Electronics Manufacturing Technology Symposium, Nineteenth IEEE/CPMT*, .49-56.
- Kayton, D., Teyner, T., Schwartz, C. and Uzsoy, R. 1997, Focusing Maintenance Improvement Efforts in a Wafer Fabrication Facility Operating under the Theory of Constraints, *Production and Inventory Management Journal*, v.38, 51-57.
- Kayton, D., 1988, Using the theory of constraints' production application in a semiconductor fab with a reentrant bottleneck, *Electronics Manufacturing Technology Symposium, Twenty-Third IEEE/CPMT*, 352-357.
- Lambrecht, M. R. and Decaluwe, L., 1988, JIT and constraints theory: the issue of bottleneck management, *Production and Inventory Management Journal*, 29(3), 61-65.
- Lockamy, A. III and Cox, J. F., 1991, Using V-A-T analysis for determining the priority and location of JIT manufacturing techniques, *International Journal of Production Research*, 29(8), 1661-1672.
- McMullen, M., Patterson, M. C. and Harmel, B., 1998, An Application of the Theory of Constraints in a Small Machine Shop, *International Journal of Management*, v.15, p.483-489.
- Olson, C. T. 1998, The Theory of Constraints: Application to a Service Firm, *Production and Inventory Management Journal*, v.39, 55-59.
- Radovilsky, Z.D. 1998. A Quantitative Approach to Estimate the Size of the Time Buffer in the Theory of Constraints, *International Journal of Production Economics*. 55(2), 113-119.
- Reimer, G. A., 1991, Material requirement planning and theory of constraints: can they coexist? A case study, *Production and Inventory Management Journal*, 32(4), 48-49.
- Rippenhagen, C. and Krishnaswamy, S., 1998, Implementing the Theory of Constraints Philosophy in Highly Reentrant Systems, *WINTER SIMULATION CONFERENCE*, v.2, 993-996.
- Rippenhagen, C., 2002, Integrating Manufacturing Into the Supply Chain Model, *Semiconductor International*, v.25, 68-72.
- Rosar, D, 1998, Managing Bottlenecks: The Theory of Constraints, *Circuits Assembly* v.9, 36-45.
- Ruelle, O, 1997, Continuous flow manufacturing: the ultimate theory of constraints, *Advanced Semiconductor Manufacturing Conference and Workshop, IEEE/SEMI*, 216-221.
- Schrageheim, E. and Ronen, B., 1990. Drum-Buffer-rope Shop Floor Control, *Production and Inventory Management Journal*. 31(3), 18-22.
- Schrageheim, E. and Ronen, B., 1991. Buffer Management: A Diagnostic Tool for Production Control, *Production and Inventory Management Journal*. 32(2), 74-79.
- Schrageheim, E. and Ronen, B., 1994, Process Flow Industry - Scheduling and Control Using Theory of Constraints, *International Journal of Production Research*, 32(8), 1867-1877.
- Siha, Samia 1999, A classified model for

한국경영과학회/대한산업공학회 2003 춘계공동학술대회
2003년 5월 16일-17일 한동대학교(포항)

- applying the theory of constraints to service organizations, *Managing Service Quality*, v.9, 255-265.
- Spearman, M. L, 1997, On the Theory of Constraints and the Goal System, *Production and Operations Management*. v.6 , 28-33.
- Spencer, M.S. 1988. Developing Finite Schedules for Cellular Manufacturing, *Production and Inventory Management Journal*. 1Q, 74-79.
- Spencer, M.S., 1991, Using 'The Goal' in an MRP system, *Production and Inventory Management Journal*, 32(4), 22-28.
- Spencer, M. S. and Wathen, S, 1994, Applying the Theory of Constraints' Process Management Technique to an Administrative Function at Stanley Furniture, *National Productivity Review*, v.13, 379-385.
- Spencer, M.S. and Cox, J.F. 1995. Optimum Production Technology (OPT) and Theory of Constraints (TOC): Analysis and Genealogy, *International Journal of Production Research*. 33(6), 1495-1504.
- Spencer, M.S. and Cox, J.F. 1995. Master Production Scheduling Development in a Theory of Constraints Environment, *Production and Inventory Management Journal*. 36(1), 8-14.
- Umble, M., Umble, E. and Von Deylen, L. Integrating Enterprise Resources Planning and Theory of Constraints: A Case Study, *Production and Inventory Management Journal*. v.42, 43-48.
- 김찬홍, 2002, DBR 적용사례, 2002 대한산업공학회/한국경영과학회 춘계 공동학술대회 논문집, 세션 B07.
- 김효용, 한영근, 2000, DBR 스케줄링을 이용한 공급체인에서의 전자상거래 방안 연구, 2000 대한산업공학회/한국경영과학회 춘계 공동학술대회 논문집, 세션 PB8.3, 753-757.
- 고시근, 윤준용, 2001, 제약이론에서 제약버퍼의 크기 결정, *산업공학*, 14(4), 334-340
- 고시근, 2002, 세단계로 이루어진 직렬 생산라인에 대한 DBR(Drum-Buffer-Rope) 방식의 적용, *대한산업공학회지*, 28(4), 344-350.
- 고시근, 김재환, 2002, 안정된 수요를 갖는 생산라인에서 Kanban을 사용한 DBR 시스템 구현, *산업공학*, 15(1), 99-106
- 이기상, 2002, DBR에서 보호능력과 시간버퍼에 관한 연구, 2002 대한산업공학회 추계학술대회 논문집, 세션 A09, 248-255.
- 이성진, 선지웅, 2002, 제약이론의 DBR 스케줄링 기법을 이용한 생산스케줄링 시스템 개발, 2002 대한산업공학회 추계학술대회 논문집, 세션 A09, 242-247.
- 이정익, 2002, 흐름생산라인에서의 제약버퍼의 운영방안에 관한 연구, 2002 대한산업공학회 추계학술대회 논문집, 세션 A09, 256-260.
- 차석근, 박기태, 2001, ERP에서 TOC의 역할과 적용 사례, 2001 대한산업공학회 추계학술대회 논문집, 449-453세션 B07.
- 최정길 외 4인, 2001, DBR 기반의 APS 시스템 상세설계, *산업공학*, 14(4), 348-355.
- 한영근, 김연균, 2001, 인터넷을 통한 주문생산환경에서의 실시간 DBR 스케줄링, *산업공학*, 14(4), 341-347.
- 함정근, 2002, 버퍼와 버퍼관리, 2002 대한산업공학회/한국경영과학회 춘계 공동학술대회 논문집, 세션 B07.

한국경영과학회/대한산업공학회 2003 춘계공동학술대회
2003년 5월 16일-17일 한동대학교(포항)

부록 1: 최근 DBR 관련 논문 분석 자료

응용분야	저자	연도	연구 유형	발표지 명
버퍼관리 문 제	함정근	2002	개념소개	2002년 대한산업공학회/한국경영과학회 공동학술대회 논문집
	고시근, 윤훈용	2001	이론연구	산업공학
	Radovilsky	1994	이론연구	Int. J. Mgmt
	이기상	2002	시뮬레이션연구	2002 대한산업공학회 추계학술대회 논문집
	이정익	2002	시뮬레이션연구	2002 대한산업공학회 추계학술대회 논문집
흐름 생산	Schrageheim 외 2인	1994	이론연구	Int. J. Prod. Res.
	Duclos & Spencer	1995	시뮬레이션연구	Int. J. Prod. Econ.
	고시근	2002	이론연구	대한산업공학회지
반도체 응용	Kayton 외 2인	1997	시뮬레이션연구	Prod. & Inv. Mgmt. J.
	Kayton 외 2인	1996	시뮬레이션연구	1996 IEEE/CPMT Int'l Electronics Mfg. Tech. Sym.
	Kayton	1998	사례연구	1998 IEEE/CPMT Int'l Electronics Mfg. Tech. Sym.
	Rippenhagen & Chrishnaswamy	1998	시뮬레이션연구	Proc. 1998 Winter Sim. Conf.
DBR과 ERP 연계	차석근, 박기태	2002	개념소개	2002년 대한산업공학회/한국경영과학회 공동학술대회 논문집
	Umble 외 2인	2001	사례연구	Prod. & Inv. Mgmt. J.
MPS 문체	Spencer & Cox	1995	개념소개	Prod. & Inv. Mgmt. J.
DBR과 JIT 연계	고시근, 김재환	2002	사례연구	산업공학
SCM 통합	김효용, 한영근	2000	모델제시연구	2000년 대한산업공학회/한국경영과학회 공동학술대회 논문집
	Rippenhagen	2002	모델제시연구	Semiconductor International
TOC 이론 발전	Spearman	1997	이론소개	Prod. & Oprn. Mgmt.
	Spencer & Cox	1995	이론소개	Int. J. Prod. Econ.
	Rosar	1998	이론연구	Circuit Assembly
	Blackstone	2001	개념소개	Int. J. Prod. Res.
서비스산업 응용	Chakravorty & Atwater	1994	사례연구	Industrial Management
	Spencer & Waten	1994	사례연구	National Productivity Review
	Olson	1988	사례연구	Prod. & Inv. Mgmt. J.
시스템개발	Siha	1999	사례연구	Managing Service Quality
	최정길 외 4인	2001	시스템 개발	산업공학
	한영근, 김연근	2001	시스템 개발	산업공학
	이성진, 선지웅	2002	시스템개발	2002 대한산업공학회 추계학술대회 논문집