

공간일정계획에서의 부하조정을 위한 방법론 연구

백동식** · 윤덕영* · 곽현호**

*조선대학교 선박해양공학과

**조선대학교 대학원 선박해양공학과

A Study on method of load attribute for Spatial Scheduling

Dong-Sik Back** · Duck-Young Yoon* · Hyun Ho Kwak**

*Dept. of Naval Architecture And Ocean Engineering Chosun University Gwangju

**Dept. of Naval Architecture & Ocean Engineering Chosun University Gwangju

KEY WORDS: Spatial scheduling, Forward scheduling,, Backward scheduling, Load distribution

ABSTRACT: In the ship building industry various problems of erection is counterfeited due to formation of bottle necks in the block erection flow pattern. This kind of problems cause accumulated problems in real-time erection right on the floor. When such a problem is approached, a support data of the entire erection sequence should be available. Here planning is done by reasoning about the future events in order to verify the existence of a reasonable series of actions to accomplish a goal. This technique helps in achieving benefits like handling search complications, in resolving goal conflicts and anticipation of bottleneck formation well in advance to take necessary countermeasures and boosts the decision support system. The data is being evaluated and an anticipatory function is to be developed. This function is quite relevant in day to day planning operation. The system updates database with rearrangement of off-critical blocks in the erection sequence diagram. As a result of such a system, planners can foresee months ahead and can effectively make decisions regarding the control of loads on the man, machine and work flow pattern, culminating to an efficient load management.

Such a foreseeing concept helps us in eliminating backtracking related adjustment which is less efficient compared to the look-ahead concept. An attempt is made to develop a computer program to update the database of block arrangement pattern based on heuristic formulation.

1. 서 론

현재의 조선 산업은 고도화되어 가는 정보기술의 급류 속에서 그 시장의 상황 또는 격변해 가고 있다. 이러한 현실은 첨단 정보기술의 자연스런 흡수를 통한 새로운 시장 환경에 적응할 수 있는 유연한 생산시스템의 개발을 요구하고 있다. 먼저 일반적인 국내 조선소의 현재 생산시스템 구성과 일정 계획에 대해 설명하자면 현재 조선소에서 생산관리와 생산계획이 일정한 단위로 분리되어 진행되고 있으며, 다소 상호 유기적인 관계를 갖지 못하고 있다.

제한된 작업공간으로서 일정계획을 수립하기 위해서는 인력이나 기계 같은 전통적인 자원뿐만 아니라 작업 공정상의 시간과 작업 가능한 정반을 고려해야 하는 문제가 발생한다. 이러한 문제를 공간 일정계획(spatial scheduling)문제라고 한다. 공간 일정계획 문제의 해결로 시간과 공간의 복합적인 문제에 대한 해를 찾는 것으로 효율적인 문제해결 방법을 생산성 향상에 많은 도움을 가져올 수 있다.

조선 산업 공정에서 제한된 P.E. 공간(Pre-Erection area)을 최대한 활용하기 위하여 공간일정계획을 수행하는데 있어 크게 세 가지 기능으로 나뉘어 수행되어진다. 첫째 공정계획 둘째 일정계획 셋째 부하계획을 나누어서 진행되어진다. 첫째로

P.E. 공간에서의 공정계획은 각 블록의 P.E. 공간의 작업시작일자와 작업공기 및 탑재 일자를 계획하는 것이고, 둘째로 일정계획은 여러 곳의 P.E. 공간에 유효면적을 파악하여 부하평준화를 통해 일정계획을 수립한다. 즉 모든 블록의 전체 일정을 수립하는 과정이다. 셋째로 부하계획은 유연계획에 수립된 부하 평준화 결과를 바탕으로 각 P.E. 공간마다 탑재 일을 평가하고 탑재일에 따른 P.E. 공간에서 특정 일자에 유효작업장의 면적에 비해 과도한 부하가 발생하거나 특정 일자에 부하가 집중되면 부하조정을 통해 평준화 시켜서 유연 능력계획을 재수립하는 과정이다.

본 연구에서는 일정계획의 수립시 작업장의 부하를 파악하기 위하여 블록의 배치순서를 결정하는 sequence를 생성하고 주어진 P.E. 공간에서의 부하 조정을 위하여 조정구간을 설정하여 분산시키는 시스템을 개발하였다. 본 연구에서 조정구간을 설정하는 방법으로 Forward Scheduling과 Backward Scheduling 방식을 이용하여 P.E. 공간에서의 부하를 분산시키는 방법론을 제시하였다.

2. 일정계획과 공간일정계획

2-1 조선공업에서의 일정계획

조선공업에서 생산시스템 구성과 일정계획은 Table 1-1과 같다.

기본설계 상세설계 구조설계 (Block situation, Nesting plan) 대일정 계획	강제하의 강제적치 강제선별	전처리 일단 (N/C cutting) 목가공 (Roll, Press)	Component 소조립 중조립 대조립	선형의장 선형도장	선각 외장 도장	선라 의장 도장 K/L, R/L, L/C	의장 도장 시운전
대일정 계획	[Gantt chart showing high-level project phases]						
중일정 계획	[Gantt chart showing intermediate project phases with sub-tasks like '미세일정', '미세일정', '불합일정']						
소일정 계획	[Gantt chart showing detailed project phases]						

Table 1.1 Shipbuilding flow and scheduling

이 개념은 주로 한 프로젝트만 놓고 봤을 때의 shipbuilding flow and scheduling 이고 조선소 전체적으로 여러 선박의 계획일정을 작성하는 것을 선포 작성이라 하는데 이는 대일정 계획과 묶어서 장기계획으로 분류할 수 있다 이는 호선별 계획으로 이전의 유사 선종의 정보를 이용하여 주요 자재 관리와 장기부하 분석을 통해 설비 및 인력 조정을 하기 위한 목적으로 이용된다. 세부일정인 중 일정 계획이나 소일정계획 두고 생각 했을때는 이를 선각일정계획이라 하는데 이는 블록 분할을 토대로 작업장간의 월별 부하를 평준화시키기 위해 작성되며 강제 발주와 강제 적재 계획등의 용도로도 사용된다. 작업일정계획은 블록별로 완성된 공작도를 기반으로 작업장간, 일자별 부하를 평준화시킴으로써 현장에서 실행될 수 있는 계획을 수립한다. 각 단계의 일정계획 시 하위의 일정계획은 현재의 현장 상황을 최대한 반영함에 동시에 상위의 일정계획을 세우는데 사용한다.

2-2 공간일정계획의 개념

공간일정계획이란 여러 가지 자원들 중에 공간자원이(여기서는 P.E장) 제품생산에 병목현상으로 발생하여 주용한 제약조건이 되는 일정계획 문제를 의미한다. 공간일정계획 문제에서 해결해야하는 문제는 바로 공간자원의 극대화화 예정된 시간에 정확한 탑재가 있어야 한다는 것이다. 조선에서의 P.E 장의 블록 스케줄링의 특징을 나열하자면 다음과 같다.

첫째 : 블록의 형상이 대형이다

블록이 대형이기에 폴리아스 크레인과 같은 대형 장비로 작업장에 배치를 하여서 턴 오버나 핸들링 등이 힘들다 그리해서 블록을 처음 배치할 때 정확한 일정계획과 배치방법에 의해 배치하는 것이 무엇보다 중요하다.

둘째 : 블록의 형상 및 크기가 다양하다.

선박의 구조상 선미와 선수만 빼놓고 크기와 형상이 동일한 쌍블럭이 존재하는 특성을 가지지만 선미 선수의 곡블럭과 선저부분의 블럭등 다양한 블럭들이 존재한다.

셋째 : 블록의 대상물은 각각의 ENT, LNT, 탑재일을 가진다

블록이 대형이고 선각공장에서 나오는 공기가 길고 다음공정에서 영향을 받는 블록 네트워크 때문에 각각의 자신의 시간정보를 가진 것이 당연하다 하지만 이러한 다양한 시간정보로 인하여 스케줄 조정이 요구되고 일정계획 수립이 어렵게 된다.

넷째 : P.E 장 자원의 가용성을 정하기 쉽지 않다

공간일정계획에서 자원의 가용성을 판단하는 것이 매우 단순하고 간단하지만 형상이 크고 다양한 블록을 배치하는 경우에는 이러한 판단이 어렵다 단순히 수치적인 정보로 블록의 배치를 결정할 수 없고 작업장에 직접 배치를 해봐야 알 수 있는 경우가 많이 있다. 예를 들어 100m² 자원공간이 남았다고 하나 100m² 곡블럭이 들어가는 것 아니다 P.E 장의 여유공간의 형태와 여러 가지 형태의 블록 형상의 특징에 따라 배치 가능 할 수도 있고 그렇지 않을 수도 있는 것이다 이렇기에 P.E 장에서의 일정계획을 힘들게 하는 가장 큰 요인이 된다. 직접배치 후에 상 하위 스케줄과 연동을 시켜야하기 때문에 부하조정방법의 정확성이 떨어질 뿐만 아니라 배치 방법에 따라 초래되는 공간 일정계획 및 공간 활용도 결과도 얼마든지 바뀌어 질수 있다.

3. P.E 장에서의 부하조정 알고리즘

3-1 부하조정 알고리즘

P.E 장에서의 블록공정 일정계획의 특징은 블록마다 크기가 커서 한번 배치후에 재배치가 힘이 들고 각각의 일정정보가 유기적으로 연동하기 때문에 탑재시 각각의 ENT/LNT 사의에서 그들의 탑재일이 결정되면 그들의 유기적 관계에 의해서 탑재일이 결정된 블록의 sequence상의 선두 블럭들이 LNT에 영향을 받으며, 후미 블럭들은 ENT에 영향을 받게 된다. 따라서 탑재 블럭들을 하나씩 배치하는 과정에서 매번 연관된 다른 탑재 블럭들의 ENT와 LNT를 갱신해야 한다. 그러므로 P.E 장의 일정계획을 효율적으로 수립하기 위해서는 각 블록의 배치 가능성확인과 각 시간정보와의 관계에 따른 부하 균형을 고려한 공간일정계획 시스템이 필요하다. 이를 위해 처음으로 생기는 과제는 어떻게 P.E 정반을 모델링 하는가를 결정하는 일이다. 아래의 Fig1 은 탑재 블록의 상호관계의 관계를 도식화 한 것이며 화살표로 이루어진 것은 탑재공정의 진행방향이다. 이러한 공정순서는 각 블록의 ENT, LNT, 크기, 탑재공법과 위상정보(Topology)에 의해서 결정된다. 그 후 배치문제에서 배치 가능공간에 대한 정보를 획득하기 위해서 두 블럭 사이에서 구성 가능한 최대 사각형을 찾는 Remnant Rectangular를 구사하였다. 시뮬레이션 상의 P.E 블럭 사각형의 배치는 그 당일에 해당되는 P.E 블럭들 중 특정 블럭을 골라내느냐 선박의 문제와 선정된 P.E 블럭을 시뮬레이션 공간3

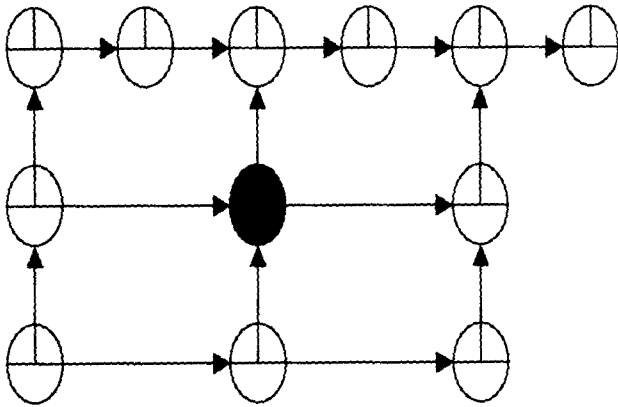


Fig.1 Relationship among P.E blocks

중에 특정점에 위치시키는 배치(Allocation)의 문제를 이미 배치된 블록들 중에서 시점상 시작 블록과 끝 블록을 정의하고 시작 블록의 P.E. 장에서 공간점유가 끝나는 시점에 해당 블록에 접하고 나머지 블록들 사이에서 구성할 수 있는 최대 사각형들을 찾는다. 시점상 시작 블록보다 앞날에 있는 블록에 대하여 구성 가능한 최대 사각형들을 각각 구함으로써 배치 가능 공간에 대한 정보를 얻을 수 있었다.

2. 배치방법

P.E. 장에 각각의 블록들을 채워가는 방법은 특정 P.E.장에 블록을 고르는 선택문제와 그 블록을 시뮬레이션 공간에 특정 지점에 위치시키는 배치 문제라고 말할 수 있으면 본 연구에서는 이러한 선택과 배치의 방법으로써 본 연구에서 고려한 방법은 블록 탑재일을 기준으로 한 시간의 흐름과 같은 순서로 첫 공정부터 수립하는 Forward Scheduling 방식(Fig 2)과

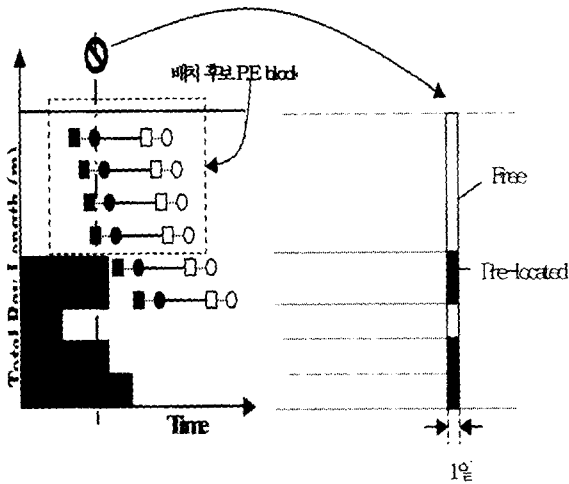


Fig 2 Forward scheduling 알고리즘

블록 탑재일을 기준으로 시간의 흐름 역 방향으로 마지막 공정부터 수립하는 Backward scheduling방식이 있다 개략적인 생산 일정계획 수립과 블록의 탑재 가능일을 부하를 이용하여 사용하는 방식이 Forward Scheduling방식이고 실제작업을 위한 일정계획을 수립하는 Backward Scheduling방식을 주

로 사용하였다.

블록 배치의 우선순위를 부여하는 방법은 다음과 같다

- 1) 계획날짜의 Critical Path 상의 블록/ENT/탑재일
- 2) ENT/탑재일/계획날짜의 Critical Path 상의 블록
- 3) 탑재일/ENT/계획날짜의 Critical Path 상의 블록
- 4) LNT /탑재일 /계획날짜의 Critical Path 상의 블록

P.E 장별 일정계획은 해당 배치에서 우선순위에 의해 선행된 블록 배치와 마지막 블록의 종료시간을 기준으로 블록별 일정계획과 같은 방법으로 탑재 시간을 찾는다. 이러한 방법으로 Forward Scheduling방식과 Backward Scheduling방식의 일정계획을 수립한다. 본 연구에서는 미래예측해서 최적화의 부하조정방법을 찾아내기 위하여 Backward Scheduling방식을 이용하여 일정계획을 수립하였으면 방법은 다음과 같다.

- 1) P.E 장에서의 일정계획 대상들의 블록에 대한 우선순위를 부여한다.
- 2) 각 블록간의 공정들 중에서 탑재위상정보를 찾아서 각 공정들간의 관계를 설정한다.(Critical Path의 설정) Critical Path 이외의 블록들은 후순위로 조정을 한다.
- 3) 마지막 블록의 종료일과 총 소요 시간을 최초 ENT와 최종 탑재일자와 비교하여 블록간의 블록탑재일과 Working day를 결정한다.
- 4) 결정과정을 반복해서 수행한다.
- 5) 반복해서 수행한 결과값을 P.E 장에서 일일 부하량을 일정공간에 보관하여 비교한다.

일일 부하량 비교를 통하여 공간일정계획에서 블록의 P.E장 하에서의 부하의 planner의 결정에 따라 얼마만큼의 미래예측 공기를 결정하는 가 판단할 수 있는 구간을 정하였다.

4. 공간배치와 부하조정 시스템 개발

본 연구에서는 P.E. 장에서의 공간일정계획 시스템을 개발하기 위하여 아래와 같이 P.E. 장에 ENT/LNT 갱신 및 부하의 미래 예측을 통한 부하 조정론 방법에 대한 알고리즘을 개발하였다.

4-1. 조선소의 P.E 장 및 폴리아트 크레인의 구현

시스템에서의 구현된 P.E 장의 크기 및 탑재에 이용될 폴리아트크레인의 정보를 입력 할 수 있도록 하여서 여러곳의 조선소의 환경에 모두다 적용 시킬 수 있도록 하였다 그림 Fig 3은 조선소의 P.E. 장의 모습 및 블록 배치 알고리즘을 나타낸 것이다.

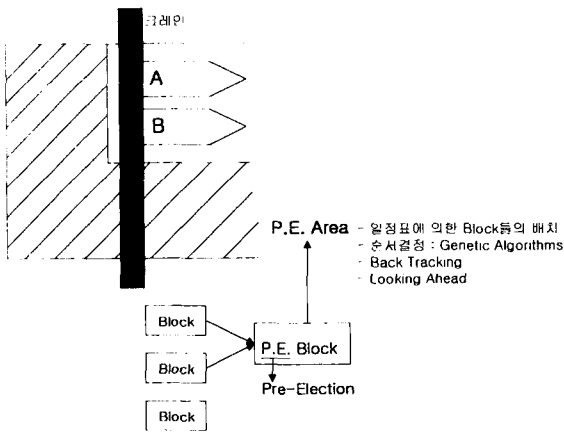


Fig.3 조선소의 P.E Area와 블록배치 알고리즘 방법

이를 바탕으로 시스템에서 Fig4처럼 조선소의 Dock의 정보와 P.E.장 정보, 폴리아스 크레인의 정보를 각각 입력 받을 수 있도록 하였다. 이를 기준으로 하여 블록 배치를 통한 부하를 체크할 수 있도록 하였다.

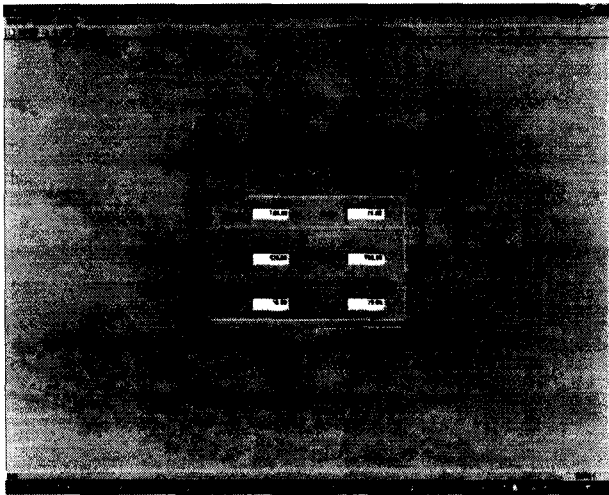


Fig. 4 조선소의 P.E 장 및 폴리아스 크레인 정보입력

4-2 배치 순서의 결정

본 연구에서 알고리즘상의 계산을 위하여 ENT/LNT 갱신이 필요하다

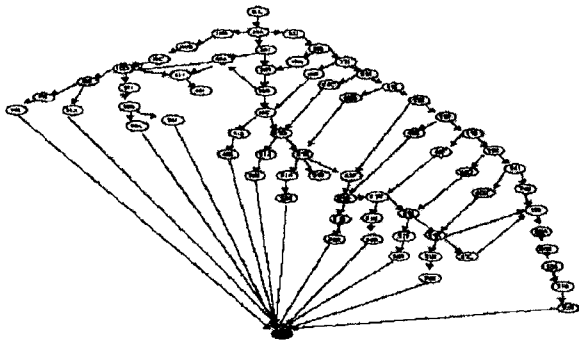


Fig. 5 Erection of network

Fig5 Erection Network 은 P.E.장 Block을 Node로 하고 각각의 연결된 형태를 가지고 각 Node에서는 P.E 장에 위치에 있는 정보를 가지며 Arc는 방향성과 Pitch 정보를 갖는다. 시뮬레이션 과정에서 ENT/LNT를 갱신하기 위해서는 Fig5.에서의 화살표 방향과 피치(pitch)의 정보로서 각각 받아들였다.

조선소의 P.E 장 및 폴리아스 크레인 정보 입력을 받은 시스템에서 블록정보를 Fig.6와같이 블록정보를 가지고 ENT /LNT를 자동으로 갱신할 수 있도록 하였다.

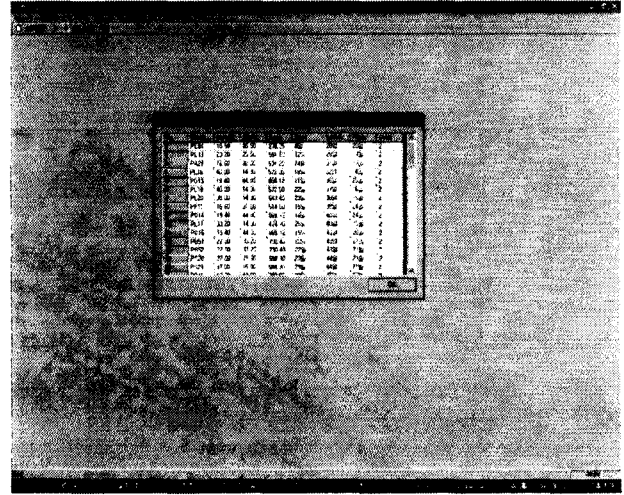


Fig6 Input Data in system and Result Data

이렇게 구해진 작업순서는 다음 배치순서결정과 비교를 할 수 있도록 저장되어지고 부하조정비교를 위하여 저장되는 정보는 블록의 크기와 위상정보(ENT/LNT, Pitch 간격, P.E. 장 이름 정보들이 저장되어진다.

4-3 미래예측 부하결정을 위한 방법론 결과 비교

본 연구에서 얼마만큼의 미래 예측을 하기위하여 for ward scheduling 방식과 backward scheduling 방식의 부하예측을 출력하였다.

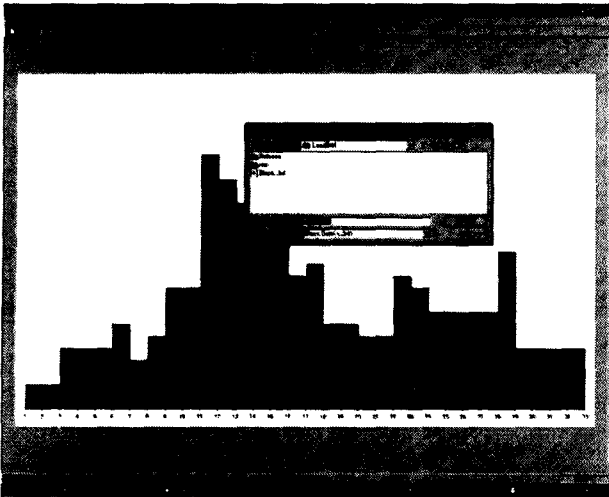


Fig7. Forward scheduling 알고리즘을 이용한 부하 결과

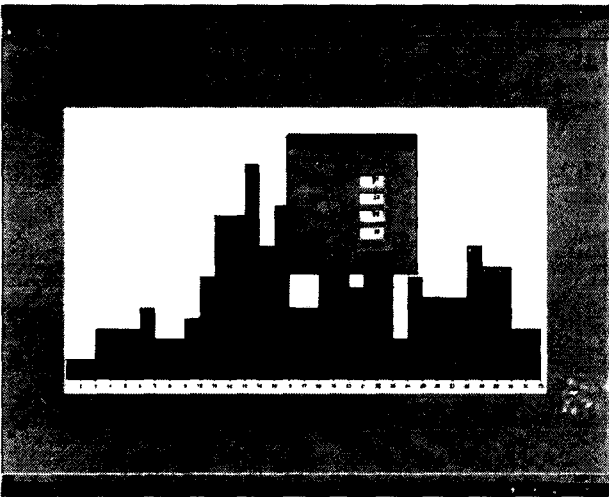


Fig.7 Backward scheduling 알고리즘을 이용한 부하결과

부하 배치 결과 Forward scheduling 방식은 부하를 예측결과 나왔으나 미래예측적인 면에서 떨어지는 결과를 보여서 Backward scheduling 알고리즘을 이용한 부하 결과치에 부하조정구간을 설정하였다. 부하조정을 위해서 작업시작일, 작업종료일, 부하 조정 시작일을 입력하여 여러 가지 결과를 보아서 Planner의 경험에 의한 부하조정구간을 선택할 수 있도록 하였다.

5. 결 론 및 향후 계획

본 연구에서는 조선소 P.E Area에서의 부하조정방법을 공간 일정계획 의한 블록의 위상정보를 기준으로 하여 블록의 공기 및 작업일자를 Forward scheduling 방식과 Backward scheduling 방식을 통하여 공간일정계획에서의 미래예측일정을 탐색하기 위한 알고리즘을 제시하고 블록의 실제 데이터를 이용하여 시스템에 적용시켜서 비교 분석하여서 얼마만큼의 미래를 내다보고

공정일정을 세워야 부하를 줄일 수 있는가를 시스템에 적용시켜 보았다. 본 연구에서 구현한 것들은 단순히 조선소의 P.E 장뿐만 아니라 각 조선소의 공정마다 적용 시킬 수 있으며 특히 주문생산을 주로 하는 Job Shop 형태의 공장에서도 폭넓게 적용 시킬 수 있다.

앞으로의 연구과제로는 다음과 같은 것 들이 있다.

첫째 : 시스템 상에서 미래 예측 공정구간의 예측결과와 최적화 모형 자동출력

둘째 : P.E. 장 공간일정계획은 단위 모듈에 불과하므로 전후공정의 모듈과 유기적인 연계를 통한 조선소 공정시스템의 연속성분야에 대하여 시스템 개발하면 시스템 적용을 통해 일정계획을 체계적으로 수행하며, 보다 효율적인 일정계획을 수립하여 생산향상에 기여할 수 있을 것이다.

후 기

본 논문은 2004년도 두뇌한국21 사업에 의하여 지원되었습니다. 감사합니다.

참 고 문 헌

- 윤덕영, 강경원 (2002) "공간일정계획 알고리즘 개발에 관한 연구", 조선대학교 대학원 석사학위 논문
- 김승백, 주문생산을 위한 Job Shop 일정계획 시스템 개발, 홍익대학교 석사학위 논문.2001
- 이동하, 공간일정 계획에서의 부하조정 및 배치 방법에 관한 연구, 부산대학교 석사학위 논문 2000
- Perez,T.L " Spatial Planning : A Configuration Space Approach" , IEEE Transactions on Computer Graphics and Image Processing Vol.19 pp 384-391,1982