



차세대 STEP-NC 기술



2000. 8. 29.

서 석 환

포항공과대학교 기계 산업공학부

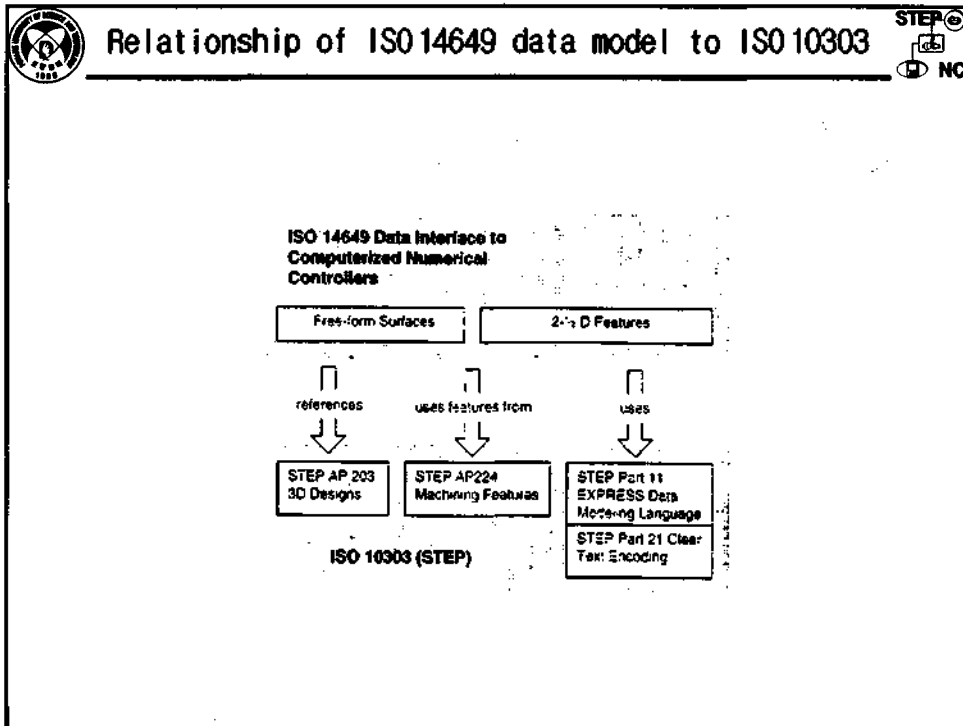
(<http://stepnc.postech.ac.kr>)



Aim of ISO 14649



- Re-establish an accepted standard for the transmission of NC data to the shop floor
- Provide motion control data based on splines for sophisticated, high-speed NC cutting operations
- Avoid intermediate data formats (CLDATA)
- Provide all necessary data for easy modification of NC data at the machine controller
- Task-oriented data structure
- Enable feedback of modified NC data from the shop floor to higher-level departments
- Minimize the need for data conversion by using standards for geometric representation

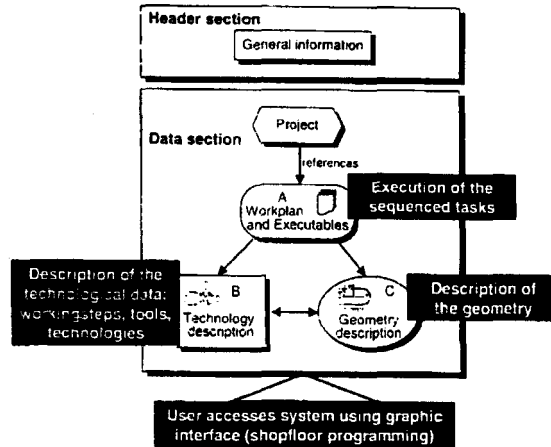


Normative references

- ISO 841 Physical devices - Axis and motion nomenclature
- ISO 2808 Physical devices - Vocabulary for NC-machines
- ISO TR 6132 Physical devices - Operational command and data format
- ISO 6983-1 Data format for positioning, line motion and contouring control systems
- ISO 6983-2 Coding and maintenance of preparatory functions
- ISO 6983-3 Coding of miscellaneous functions
- ISO 4342 NC processor input; Basic part program reference language
- ISO 4343 Post Processor commands
- ISO 10303 Part 1 Express Language
- ISO 10303 Part 21 Clear text encoding of exchange structure
- ISO 10303 Part 41 Fundamentals of product description and support
- ISO 10303 Part 42 Geometric and topological representation
- ISO 10303 Part 43 Representation structures
- ISO 10303 Part 105 Kinematics
- ISO 10303 Part 203 Configuration controlled 3D designs of mechanical parts and assemblies
- ISO 10303 AP 213 Numerical Control process plan
- ISO 10303 AP 214 Automotive
- ISO 10303 AP 224 Mechanical product definition for process planning using machining features
- ISO 13399 Part 2 Ref. Hierarchy for cutting tools
- ISO 13399 Part 3 General data for cutting tools
- ISO 13399 Turning tool data
- IEC 1131-3 Programmable Controllers, Part 3: Programming Languages (1993)



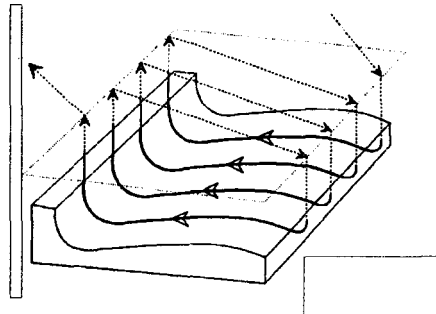
Structure of the object oriented Data Model

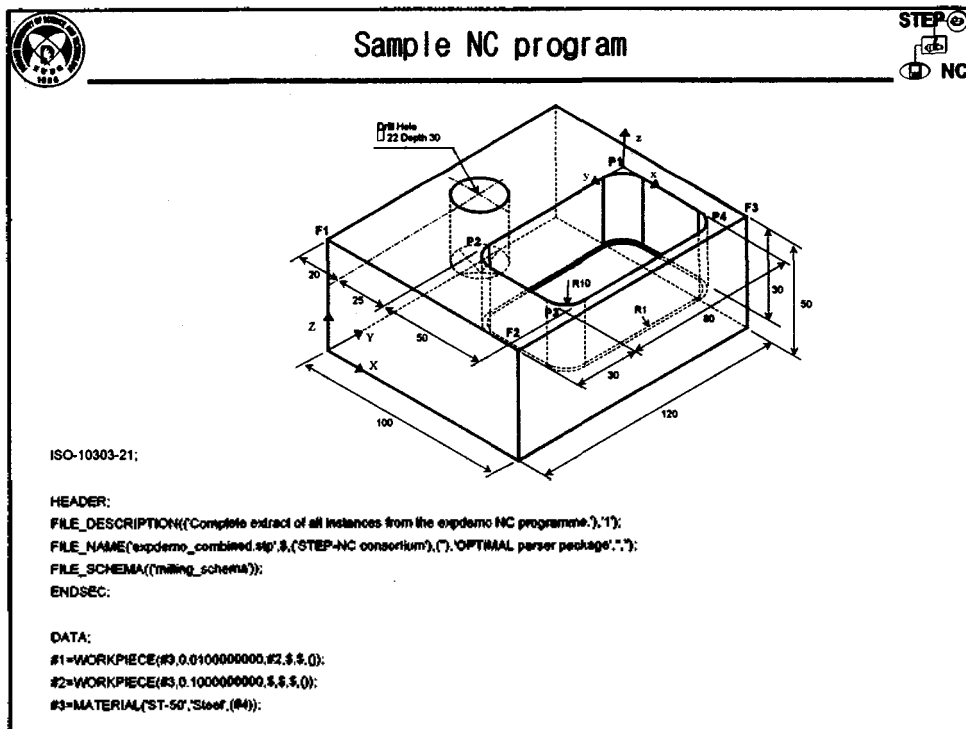
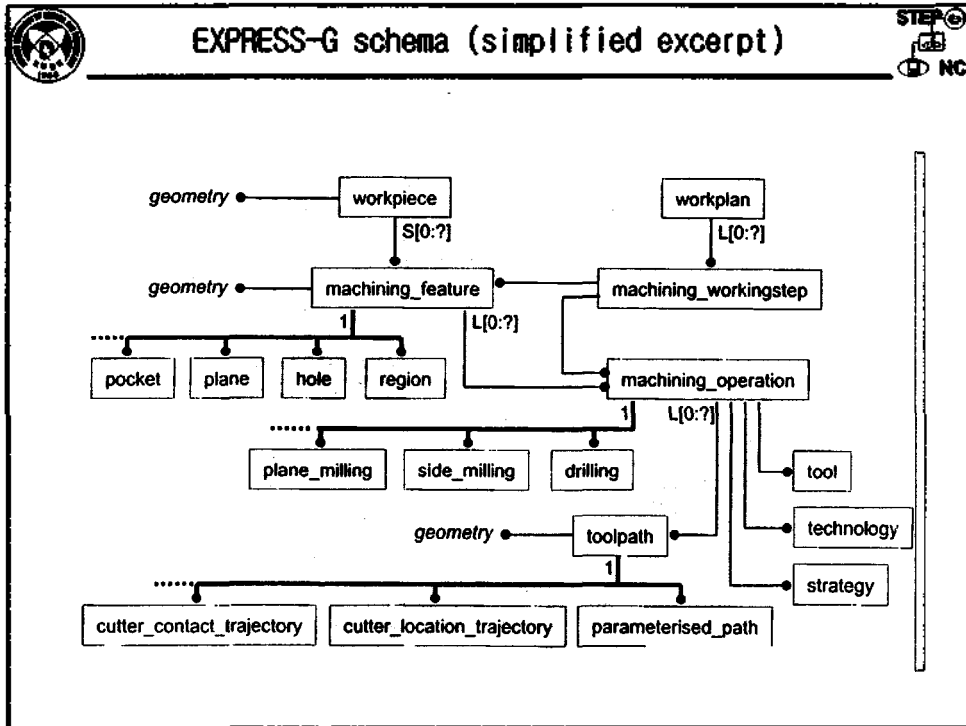


The workingstep concept



- **Geometric and technological information will be linked, not mixed**
- **Each workingstep can be parameterized after instantiation, e. g. regarding tool, feed etc.**
- **Tool movements are combined into groups with clear identifiable semantics**
- **Intelligent NC controllers can autonomously calculate tool movements for standard features**







Sample NC program



```

#4=PROPERTY_PARAMETER(E=200000 Nmm2);
#5=STEP(set1_step,#1,(#61,#62),#110,#179,#180,#181,$,$,#182,#183,$,0,$);
#6=PLANAR_FACE(set2_planar_face,#1,(#63,#64),#114,#184,$,$,$,#185,0);
#7=PLANAR_FACE(set3_planar_face,#1,(#65,#66),#122,#186,$,$,$,#187,0);
#8=GENERAL_OUTSIDE_PROFILE(set3_gop_a,#1,(#66,#68),#123,#188,$,$,$,#189,$,$);
#9=GENERAL_OUTSIDE_PROFILE(set3_gop_b,#1,(#66,#68),#124,#190,$,$,$,#191,$,$);
#10=GENERAL_OUTSIDE_PROFILE(set3_gop_c,#1,(#68),#125,#192,$,$,$,#193,$,$);
#11=SLOT(slot1: open->boundary)#1,(#70,#71),#115,#194,$,$,$,#195,#104,(#12,#13);
#12=OPEN_SLOT_END_TYPE();
#13=RADIUS_SLOT_END_TYPE();
#14=SLOT(slot2: open->round_hole)#1,(#70,#71),#116,#196,$,$,$,#197,#105,(#12,#13);
#15=ROUND_HOLE(Hole#0_H7)#1,(#70,#60),#117,#198,$,$,$,#199,$,#16,$,$);
#16=THROUGH_BOTTOM_CONDITION();
#17=ROUND_HOLE(Hole#0)#1,(#73,#74),#118,#200,$,$,$,#201,$,#16,$,$);
#18=CONICAL_HOLE_BOTTOM(C0.000000000000);
#19=ROUND_HOLE(Tap#0)#1,(#63),#118,#202,$,$,$,#203,$,#20,$204,$);
#20=FLAT_HOLE_BOTTOM();
#21=ROUND_HOLE(Hole#0_H7)#1,(#73,#75,#81),#126,#205,$,$,$,#206,$,#16,$,$);
#22=ROUND_HOLE(Hole#1)#1,(#73,#77),#127,#207,$,$,$,#208,$,#16,$,$);
#23=ROUND_HOLE(Hole#2)#1,(#78),#128,#209,$,$,$,#210,$,#20,$,$);
#24=ROUND_HOLE(Hole#12)#1,(#73,#78),#129,#211,$,$,$,#212,$,#16,$,$);
#25=ROUND_HOLE(Tap#12)#1,(#64),#129,#213,$,$,$,#214,$,#19,#215,$);
#26=CHAMFER(Chamfer#1,#62),#7,#10,45.0000000000,#216);
#27=PROJECT(step_no_project,#28,0);
#28=WORKPLAN(complete_workplan,(#29,#30,#31),#106,#107,$);
#29=WORKPLAN(workplan_setting1,(#32,#33),#108,#111,$);
#30=WORKPLAN(workplan_setting2,(#34,#35,#36,#37,#38,#39,#40,#41,#42,#43,#44),#113,#119,$);
#31=WORKPLAN(workplan_setting3,(#34,#35,#36,#37,#38,#39,#40,#41,#42,#43,#44),#113,#119,$);
#32=MACHINING_WORKINGSTEP(MS_step_rough,#111,#5,#61);
#33=MACHINING_WORKINGSTEP(MS_step_finish,#111,#5,#62);
#34=MACHINING_WORKINGSTEP(MS_step_rough,#119,#5,#63);

```

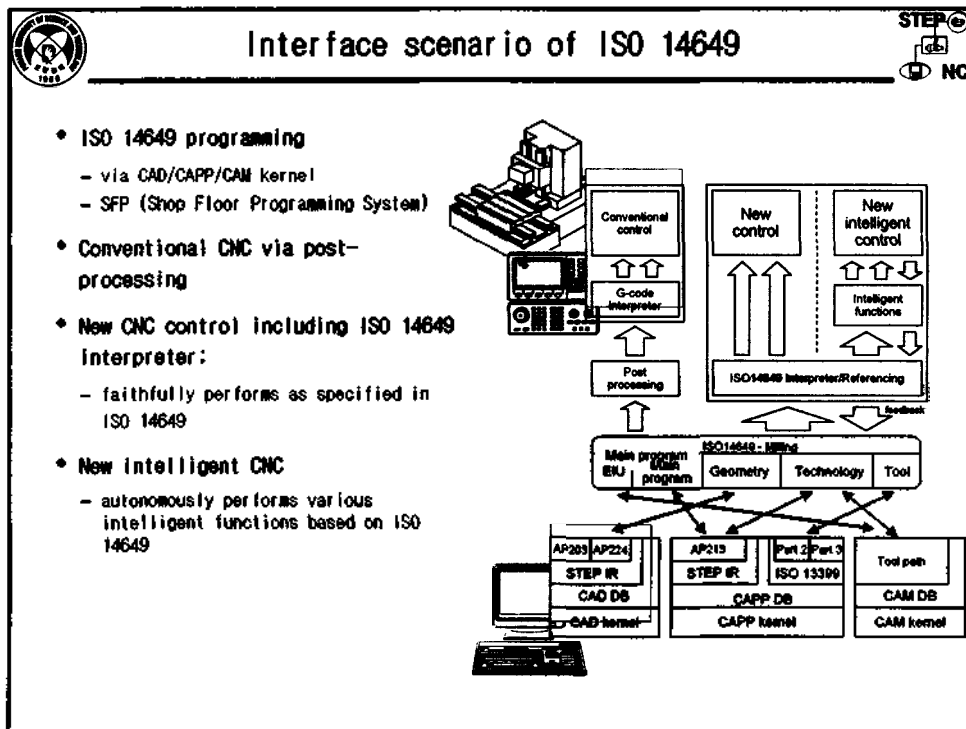
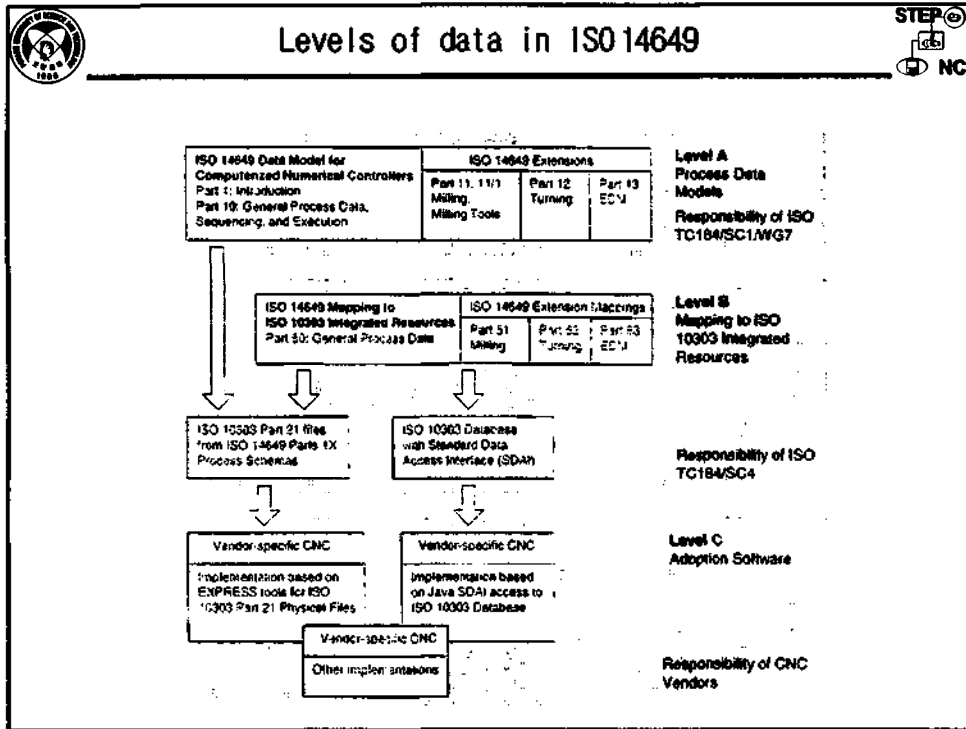


ISO/DIS 14649



- ISO/TC 184/SC 1/WG 7, March 2000.
- ISO 14649 Parts:

- Part 1: Overview and fundamental principles, published as DIS in Phase 1
- Part 2: Language Bindings, Fundamentals, will be published in Phase 3
- Part 3: Language Binding in Java, will be published in Phase 3
- Part 9: Glossary, will be published in Phase 3
- Part 10: General Process Data, ARM schema, published as actual DIS in Phase 1
- Part 11: Process Data for Milling, ARM schema, published as actual DIS in Phase 1
- Part 11/1 Tools for Milling, ARM schema, published as actual DIS in Phase 1
- Part 12: Process Data for Turning, ARM schema, will be published in Phase 3
- Part 13: Process Data for EDM, ARM schema, will be published in Phase 3
- Part 50: General Process Data, AIM schema, will be published in Phase 2
- Part 51: Process Data for Milling, AIM schema, will be published in Phase 2
- Part 52: Process Data for Turning, AIM schema, will be published in Phase 3
- Part 53: Process Data for EDM, AIM schema, will be published in Phase 3

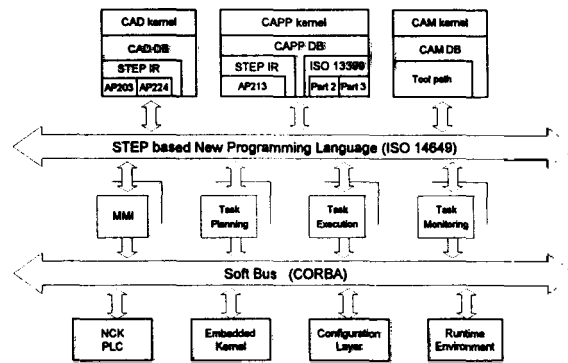




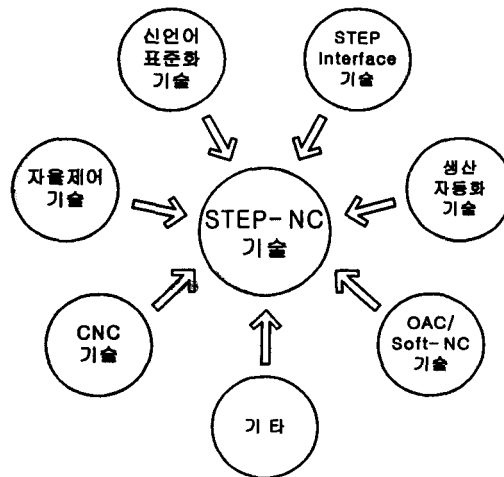
What is STEP-NC



STEP-NC란 STEP에 기반한 정보 (ISO 14649)를 입력으로 받아 다양한 지적 기능을 수행할 수 있는 개방형 구조의 차세대 수치제어 장치로서 아직 세계적으로 태동기에 있는 신기술이다.



STEP-NC 기술 = 복합기술





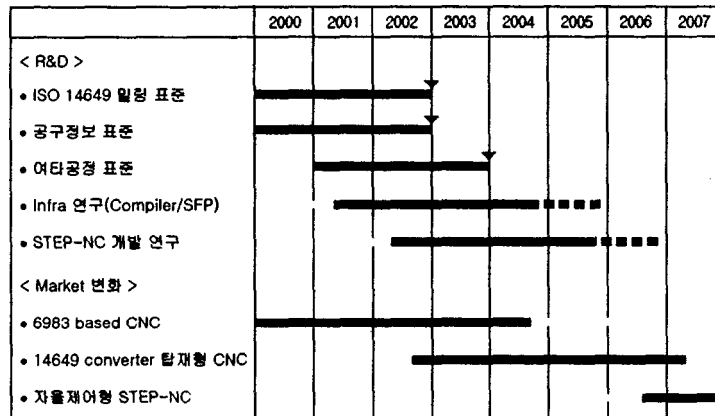
세계적인 현황

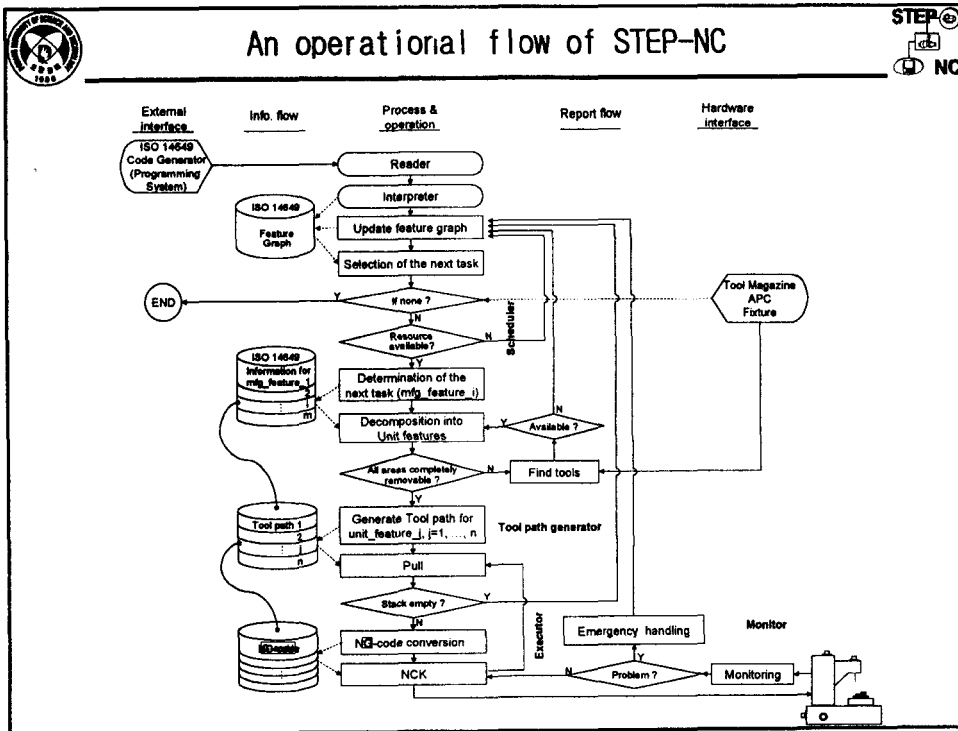
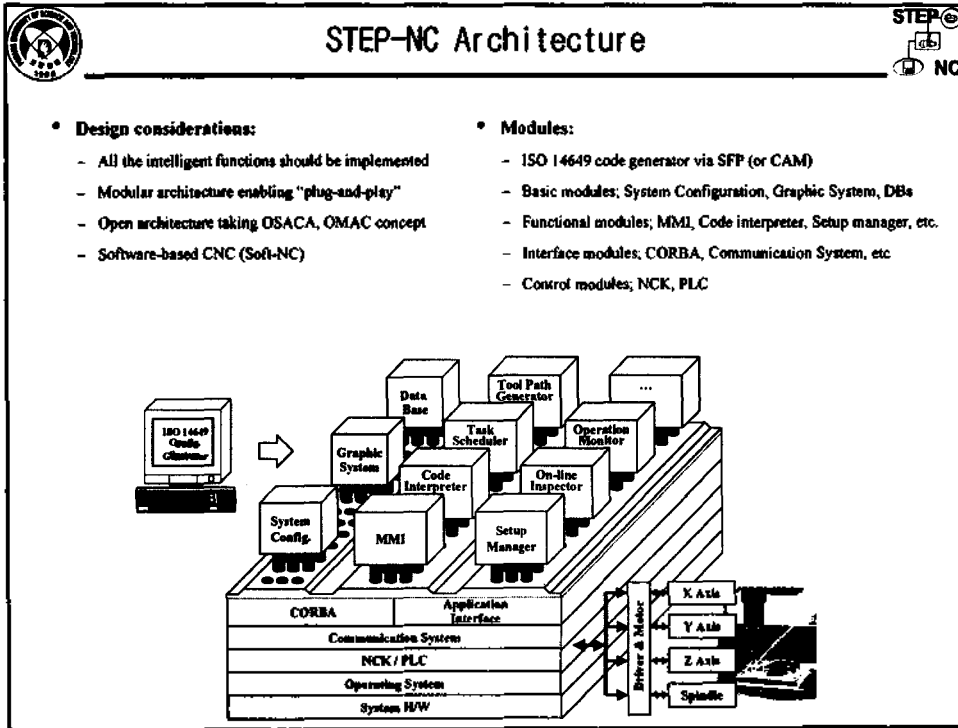


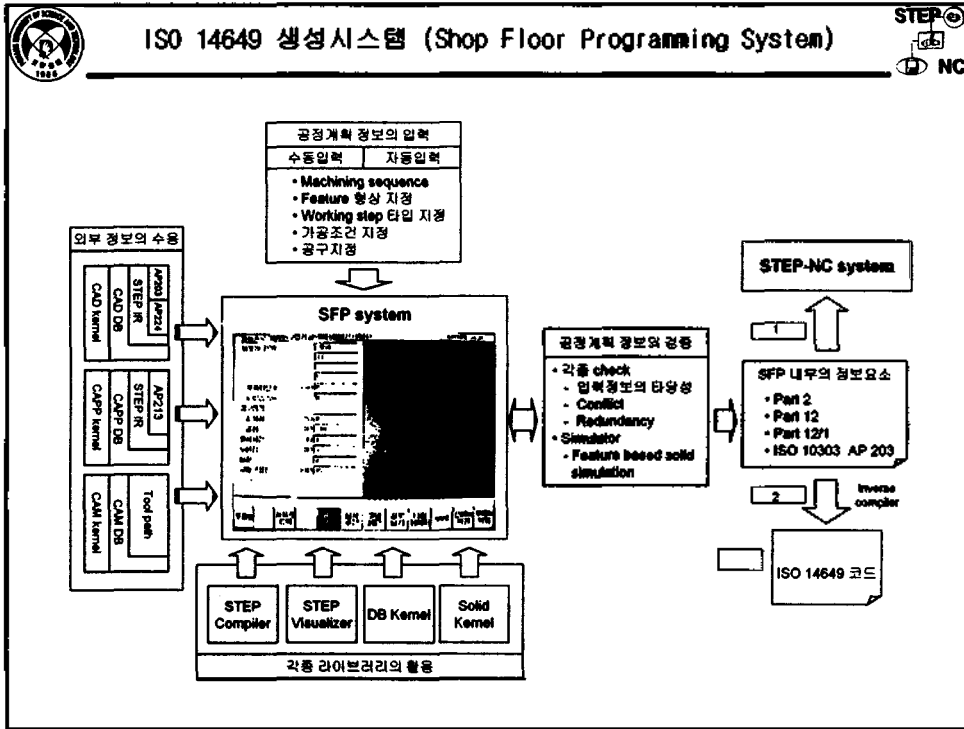
- CNC 기술; 고속·고정도 구현 가능한 단계
- OAC/Soft-NC 기술; 권역별로 진행중
- 생산자동화 기술; 기초기술 (핵계) 연구 단계
- STEP-NC 연구 (신언어 표준화)
 - ESPRIT III 8643 프로젝트 (1994-1996): OPTIMAL
 - ISO TC184/SC1/WG7: ISO 14649 제정 중 (대부분 CD 혹은 DIS)
 - ESPRIT IV 29708 프로젝트 (1999-2001)
 - IMS 97006 프로젝트 (1999-2002): 선반 등 여타가공을 대상으로 확산
 - NCMS: NIST, STEP-Tools (1998.5)
 - ISO TC29/WG34: ISO 13399 공구데이터 모델 표준 제정 중 CD/DIS
- 자율제어형 STEP-NC 기술; 미달의 분야



현 기술의 전망







연구 개발 계획

“선반가공을 대상으로 표준안의 제정에서부터 실제로 working 가능한 지적
제어기능을 갖는 자율제어형 STEP-NC 개발에 이르는 전 기술의 개발”

- 1) 일정에 비해 기술개발의 파급도 높음
- 2) 자율제어 모듈의 개발의 상대적 용이성
- 3) 선반가공에 자율제어의 실제적 효과 큼
- 4) 신언어 제정의 표준화 선두 대열 (NIST, STEP-Tools)

- 자율제어형 선반용 STEP-NC 제어시스템: ISO14649를 입력으로 받아
Holonc Paradigm에 의해 자율적으로 가공에 필요한 일체의 동작을 계획,
감행, 관리, 감독하는 일체의 기능 보유
- 구현 형태: CORBA를 middleware로 하는 soft-bus 개념으로 plug & play
가능한 Soft-CNC 형태로 구현되고 working 가능한 설계용의 형태로 개발



연구 활동 계획



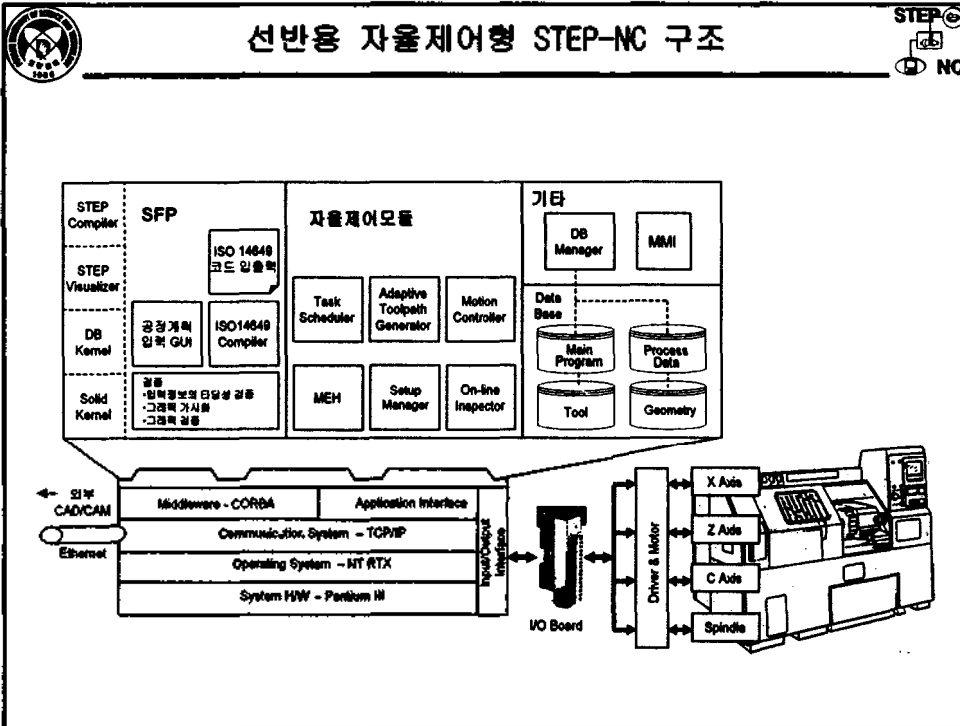
- ISO 14649 표준의 국제적 제정활동 참여
 - 국제 표준 (ISO 14649) 분석, 수정/보완, 자율제어형 제어기 정보요소 반영
 - STEP 및 ISO 14649 연구성과의 국제 인터페이스: 수정/보완 결과 보고 및 반영, 공조체제 구축
- 밀집공정용 ISO 14649의 국내표준 제정
 - KS 규격 심의안 작성 및 제출
 - 국내표준의 수정/보완 및 국제표준과의 차이점 정리 및 정보제공
- STEP-NC 기술의 접목방안 제시
 - CNC의 접목 방안 제시: G-code 컨버터 탑재형, New controller형, 자율제어형 제어기 접목방안
 - CAD/CAPP/CAM, SFC, SFP 시스템과의 접목방안 제시
 - ISO 14649 및 STEP을 채용하는 표준구조 제시 및 일부 기능 구현: 자율제어형 제어기, SFP 대상
- STEP-NC 기술의 교육 활동
 - STEP-NC 기술경보 제공 (Cyber STEP-NC 기술센터 "http://stepnc.postech.ac.kr" 운영)
 - STEP-NC 기술세미나 개최
 - STEP-NC 컨소시엄 구성



연구 개발 내용



1. 선반용 데이터 모델 (Part 12 & 12/1) 개발
2. 선반용 ISO 14649 언어 (Part 2) 완성 및 컴파일러 개발
3. SFP (Shop Floor Programming) 시스템 개발
4. 각종 자율제어 모듈 연구 개발
5. Soft-CNC 형태로의 구현
6. 시스템 실연 및 검증



기대 성과

자율제어형 STEP-NC의 기술은:

- 제품정보 표준인 STEP에 기반 한 새로운 언어를 사용한다는 점,
- 새로운 언어에 담긴 풍부한 정보를 바탕으로 다양한 지적인 기능을 자율적으로 수행할 수 있다는 점,
- 개방형 구조에 의한 Modular 구조를 갖고 있다는 점,
- Software based CNC 라는 점에서

기존의 폐쇄형 구조하의 서보제어 기능에 국한되었던 CNC 제어기술에 비해 혁신적인 차이를 갖는다.

<p style="text-align: center;">기술적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> • 최첨단의 STEP-NC 제어기술: 국제 특허 • 국제 표준화의 leading role • 학술적 측면: 피쳐기반 자율제어 알고리즘 • CNC 제어기술의 향상: 자율제어 • 다른 산업에의 파급효과 • 고령지향형 CNC 제어기: OAC, Soft-NC • 정보의 고립성 탈피: Information Highway • IMS 구현 수단: 지적 자동화 제어기능 • 기타: 타 가공으로의 확장 가능성 	<p style="text-align: center;">경제·산업적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> • 향후의 필수기능: STEP 인터페이스 • 제품 경쟁력 향상: 수출 경쟁력 확보 • 국내 CNC 제어기술의 향상 • 타 산업체로의 파급효과: CAD/CAM, 공작기계, Robot 산업 등 • 비용절감: G-code 사용으로 인한 문제점 및 비용 절감 • 생산성 향상: 유연화, 성력화, 최적화
---	---



개념 및 요약



- STEP-NC: ISO 14649 부문
 - CAD/CAPP/CAM과 다양한 CNC application을 대상
 - CAD/CAM 도메인과 CNC를 연결시킴으로서 상위 정보와 shop floor 정보의 information highway 개통 의의
 - IMS Project의 일환으로 Aachen 대학을 중심으로 현재는 운영의 재정 단계
 - 수년내에 ISO 14649는 새로운 CNC 표준언어로 확정 확실시
- STEP-NC: 제어기 부문
 - ISO 14649 정보를 활용하면 다양한 지적기능을 보유하는 자율제어 시스템 구축가능
 - 개방형 제어구조가 권역별로 제시되고 구현되고 있는 단계
 - ISO 14649 정보에 기반한 지적제어기는 아직 미담의 연구과제
- 파급효과 및 대응 (국제적인 기술경쟁력 확보)
 - CAD/CAM 시스템에의 ISO 14649 포용 필요
 - CNC 제어기의 ISO 14649 판독 능력 필요
 - ISO 14649에 기반한 지적제어기의 구현에 관한 연구 필요
 - 적극적인 International Interface 필요
 - 방대한 연구: 산학연의 연구 개발과 국가적인 정책 배려 필요