기계 설계에 있어서 사회적 선택

—수치제어 공작기계의 경우*

서론

대부분의 사람들은 생산기술과 생산의 사회적 관계가 어떻게든 연관되어 있다는 점에 동의한다. 이 관계에 관한 설명은 종종 '강한' 기술결정론의 형태를 취한다. 기술은 독립변수로서 사회적 관계의 변화에 영향을 미친다. 기술은 자신의 고유한 논리에 입각하여 단선적인 발전 경로를 갖는다. 나아가서 기술은 환원할 수 없는 제1원인으로서 사회적 효과를 자동적으로 수반한다. 이러한 효과는 보통 '사회적 충격'으로 불린다.

최근의 사회분석가들은 기술과 그것이 야기하는 것처럼 보이는 사회변화가 실제로는 상호의존적이라는 점을 인정하기 시작했으며, 생산력과 사회적 관계의 변증법에 관해서도 유행처럼 논의하고 있다. 그럼에

---

* 출처 : David F. Noble, "Social Choice in Machine Design : The Case of Automatically Controlled Machine Tools", Andrew Zimbalist, ed., *Case Studies on the Labor Process* (London and New York : Monthly Review Pr., 1979), pp. 18-50. Extract Reprinted in Donald MacKenzie and Judy Wajcman, eds., *The Social Shaping of Technology : How the Refrigerator Got Its Hum* (Milton Keynes and Philadelphia : Open Univ. Pr., 1985), pp.. 109-124.

도 불구하고 생산에 대한 대부분의 연구들은 기술이 사회적 관계에 영향을 미치는 방식에만 일차적인 관심을 보이고 있을 뿐, 기술이 사회적 관계를 어떻게 반영하는가를 정확히 보이는 것에는 거의 노력을 기울이지 않고 있다. 다시 말해서, 비록 기술과 사회의 상호의존에 대한 사람들의 언급과 기술발전이 사회적으로 결정된다는 사회주의자들이나 다른 급진주의자들의 주장을 인정한다 하더라도, 그러한 입장을 설명하는 구체적이고 역사적인 분석은 거의 없는 것이다. 이 논문은 수치제어 공작기계의 설계, 배치, 실제적인 사용에 관한 사례연구를 통하여 이러한 방향의 연구에 기여하고자 한다.

이전에 필자는 기술이 '외부로부터' 인간의 사건에 영향을 미치는 자율적인 힘이 아니라 사회적 과정의 산물로서 몇몇 사람들이 특정한 목적을 위하여 수행하는 특수한 역사적 활동이라는 점을 보이려고 노력했다.[1] 즉 기술은 단선적인 형태로 발전하지 않는다. 특정한 사람들의 의도, 이념, 사회적 지위, 다른 사람들과의 관계 등을 반영하는 사회적 선택에 의해 어떤 기술은 사용되고 다른 것은 무시된다. (그러나 동시에 그러한 선택에 의해 완전히 제한되지 않는 가능성 혹은 대체성의 범위가 항상 존재한다.) 간단히 말하면, 기술은 그것의 창조자에 의해 사회적으로 '각인'되어 있다. 따라서 '사회적 충격'은 생산기술에서 유래한다기보다는 기술에 구현된 사회적 선택에서 비롯되는 것이다. 그렇다면 기술은 비환원적인 제1원인이 아니다. 기술의 효과는 그것을 존재하게 하는 사회적 원인들에 의해 그 범위와 성격이 규정된다. 그렇다면 기술이 기존의 사회적 관계를 전복시키기보다는 줄곧 강화시키는 경향에 대하여 특별히 놀랄 이유는 없을 것이다.

여기서 필자는 하나의 특수한 기술을 검토함으로써 추상적인 논의를 구체화시키고자 한다. 나아가서 필자는 기술변화에 있어서 원인과 결과

1) David F. Noble, *America by Design : Science, Technology, and the Rise of Corporate Capitalism* (New York : Alfred A. Knopf, 1977).

의 관계는 결코 자동적으로 정해진 것이 아니라 기술의 변화에는 관련된 사회집단들의 상대적인 세력에 의존하여 결과가 산출되는 복잡한 과정이 매개된다는 점을 보일 것이다. 따라서 실제적인 결과는 최초의 설계에 함축된 기대와 종종 일치하지 않는다. 생산기술은 생산의 사회적 관계에 의해 이중적으로 규정된다. 첫째, 기술은 결정을 내리는 사람들의 이데올로기와 사회적 힘에 따라 설계되고 배치된다. 둘째, 생산과정에서 기술이 실제로 사용되는 방식은 작업장에서 벌어지는 계급투쟁의 실체에 의해 규정된다.

이 논문은 여섯 부분으로 구성되어 있다. 본문의 내용과 관련된 기술에 대한 서술과 간단한 역사에 이어 다음 두 절에서는 설계의 사회적 선택에 있어서 생산의 수평적 (공장들간) 관계와 수직적 (자본과 노동간) 관계가 논의될 것이다. 네번째 절에서는 기술의 배치에서의 사회적 선택을 검토할 것이며, 다섯번째 절에서는 현재 미국에서 이러한 기술이 사용되고 있는 작업장의 실태를 살펴볼 것이다. 마지막 절에서는 다른 사회적 관계를 가진 대안적 실체가 언급될 것이다.

기술 : 수치제어 공작기계

이 논문의 초점은 수치제어(N/C : numerical control) 공작기계에 주어져 있다. 그것은 비교적 최근에 제작된 생산기술의 일종이다. 많은 관찰자들에 따르면, 이러한 신기술의 등장은 생산의 혁명을 유발하였는데, 특히 금속가공 산업의 집중도를 높이고 경영진의 통제를 강화하는 방향으로 생산과정을 재조직화하는 데 기여하였다. 생산의 수평적·수직적 관계의 변화는 새로운 기술의 도입에 따르는 논리적이고 불가피한 결과처럼 보인다. 데이타시스템회사(Data Systeem Corporation)의 사장은 "우리는 몇몇 회사가 몰락하고 다른 회사는 급속하게 성장하는 것을 보게 될 것이다"고 확신에 찬 어조로 말하였다. 그러나 1971년에 금속가

공 산업계의 83%를 차지하고 있었던 중소기업의 소유주들은 그러한 확신을 가질 수 없었다. 그들은 하드웨어에 관한 과도한 초기 비용과 소프트웨어에 관한 기술적 어려움 때문에 새로운 기술을 채택하기가 곤란했다.[2] 반면 N/C 기술이 도입된 대기업에서는 생산의 사회적 관계가 변화하기 시작했다. 1960년대 말에 금속가공 산업계의 공장을 조사했던 사회학자 얼 룬드그렌(Earl Lundgren)은 계획과 통제에 관한 권한이 작업장에서 사무실로 극적으로 이동하는 현상을 관찰하였다.[3]

기술결정론자는 N/C가 산업의 집중도를 높이고 생산과정에 관한 경영진의 통제를 강화시킨다는 것을 멋진 이야기로 받아들이고 자주 말한다. 그러한 사회분석가는 기술을 원인으로 규정하고 기술이 유발하는 불가피한 결과를 설명할 뿐이다. 그러나 비판적인 관찰자에게는 문제가 그렇게 간단하지 않다. N/C 기술은 거대한 금속가공 공장에서 경영진의 후원에 의해 개발되었다. N/C 기술이 그러한 회사의 시장 점유율을 증가시키고 경영진의 작업장에 관한 통제를 강화시킨다는 것은 사실과 일치하는가? 왜 이러한 신기술은 단지 몇몇 회사들만 접근하기 쉬운 형태를 취하게 되었는가? 경영진의 통제를 강화시키지 않으면서 공작기계를 자동화하는 다른 방식은 존재하는가? 이상의 질문에 대답하기 위하여 우선 기술의 내용을 더 철저하게 살펴보자.

공작기계(가령 선반이나 평삭반)는 원하는 형태와 크기 및 품질을 가진 부품을 생산하기 위하여 금속조각에서 잔여물질을 절삭하는 데 사용되는 기계이다. 공작기계는 기계 산업의 실질적 기초에 해당한다. 왜냐하면 공작기계는 자신을 포함한 모든 기계류를 제작하는 수단이기

2) Kenneth Stephanz, "Statement of Kenneth Stephanz", *Introduction to Numerical Control and Its Impact on Small Business*, Hearing before the Subcommittee on Science and Technology of the Select Committee on Small Business, U. S. Senate, 92nd Congress, 1st Session (July 24, 1971).

3) Earl Lundgren, "Effects of N / C on Organizational Structure", *Automation* 16 (Jan. 1969).

때문이다. 공작기계는 전통적으로 크랭크, 지레, 핸들을 사용하여 자신의 숙련과 목적을 기계로 전달하는 기계공에 의해 작동되어 왔다. 이때 피드백은 기계공의 손, 귀, 눈을 통해 얻어진다. 19세기 전체를 통하여 기계가공의 기술적 진보는 급송, 정지, 캠 등을 부분적으로 자동화했던 혁신적인 기계공에 의해서 성취되었다. 이러한 기계적 장치는 기계공의 육체적 과업을 경감시켰지만, 그는 여전히 기계 작동에 관한 통제권을 보유하고 있었다. 공작물을 적절한 절삭 위치에 고정시키는 픽스쳐(fixture)와 절삭공구를 정해진 위치로 인도하는 지그(jig)의 사용으로 가능해진 정밀한 공구 가공과 설계상의 혁신에 힘입어 숙련노동자가 기계를 적절히 '설치'하기만 하면 덜 숙련된 노동자도 기계를 사용하여 부품을 절삭할 수 있었다. 따라서 19세기 기계 산업의 지식은 여전히 작업장의 숙련 기계공에게서 비롯되었다.[4]

4) Merritt Roe Smith가 *Harpers Ferry Armory and the New Technology : The Challenge of Change* (Ithaca : Cornell Univ. Pr., 1977)에서 보여주었듯이, 금속가공에 있어서 지그와 픽스쳐의 사용은 19세기 초로 소급되며, 그것은 미국적 생산체계(American System of Manufacture)의 가장 중요한 요소인 교환가능한 부품 생산의 핵심이었다. 공구제작자는 19세기 말에 기계공과 분리되어 전문적 직업인으로 성장하였는데, 그들의 역할은 주로 (숙련과 통제권의 장소를 생산현장과 작업자로부터 공구실로 옮기려는 목적을 가진) 현대적인 관리 방안을 개발하는 데 있었다. 그러나 비록 새로운 공구에 의해 덜 숙련되고 따라서 더 저렴한 기계 작동자를 고용하는 관리가 가능하게 되었지만, 그럼에도 불구하고 테일러주의자인 Sterling Bunnell이 이미 1914년에 경고했던 것처럼, 공구를 제조하고 저장하는 데에는 많은 비용이 수반되었고 생산과정은 비유연성이라는 커다란 부담을 안고 있었다. David Montgomery, "Whose Standards? Workers and Reorganization of Production in the United States, 1900-1920", Unpublished Manuscript (Univ. of Pittsburgh, 1976). 저렴한 노동의 사용으로 인한 비용절감의 효과는 공구가공의 비용에 의해 부분적으로 상쇄되었던 것이다. 앞으로 살펴보게 될 N / C 공작기계는 지그와 픽스쳐의 비용과 비유연성을 제거하고 작업장이 보유하고 있었던 숙련과 통제권을 제거하기 위하여 개발되었다. 그러나 N / C를 도입한 경우에도 이전보다 적지 않은 문제점이 발생하였고 많은 해결 비용이 요구되었다. 여기서 저렴한 노동의 사용을 가능하게 하는 기술의 도입이 국가 기관에

1930년대와 1940년대에는 추적자 기술의 개발이 있었다. 여기서는 패턴 또는 형판이 절삭공구에 정보를 전달하는 수력적 또는 전기적 감각장치에 의해 추적되었다. 추적자 기술은 정교한 윤곽의 절삭을 가능하게 했지만 자동화의 부분적인 형태에 지나지 않았다. 예를 들어 똑같은 공작물을 사용할 경우에도 표면이 다르면 다른 형판이 요구되었다. 전쟁의 자극으로 인하여 기계 동작의 정확한 통제를 가능하게 하는 정밀 보조전동기와 감지장치 및 측정장치가 개발되자 사람들은 완전히 자동화된 윤곽 가공의 가능성에 관하여 생각하기 시작하였다.

공작기계의 자동화는, 수요가 많은 경우에만 생산량을 증가시키는 단일 목적용이고 고정되어 있으며 비용의 효율성을 지향하는 자동 생산장치와 다르다. 일반적으로 공작기계는 부품의 일괄 소량생산에 사용되는 다목적용의 다재다능한 기계이다. 따라서 자동 공작기계의 설계는 공작기계의 다목적성을 유지하면서 공작기계를 자동화하는 것을 지향한다. 그 해결책은 전기적 신호를 기계적 동작으로 변경하는 메카니즘과 정보를 저장하고 신호를 재생하는 매체(예를 들어 필름, 자기 혹은 천공 종이 테이프, 천공 카드)를 개발하는 데 있었다.

공작기계의 자동화는 두개의 분리된 과정을 포함한다. 첫번째 과정에서는 매체로부터 정보를 얻어내는 수단이 필요하고, 두번째 과정에서는 작업대와 절삭공구를 움직이게 하는 기계로 정보를 전달하기 위하여 테이프의 판독과 기계의 제어가 요구된다. 여기서 실제적으로 문제가 되는 과정은 전자였다. 기계의 제어 방식은 기존의 기술(전쟁 중에 개발된 발포 제어 기술)을 확장하면 해결될 수 있었지만 테이프의 준비는 전혀 새로운 것이었다. 해결책으로 제시된 것은 1946년과 1947년에 셰넥터디(Schenectady)의 제너럴일렉트릭(General Electric)과 기숄트(Gisholt), 그리고 몇몇 중소기업이 개발했던 '녹음재생'(record playback)

의해 선택되었다는 점은 주목할 만하다. 관련된 국가 기관으로는 19세기 초의 병기창, 제1차 세계대전 시기의 육군 및 해군, 20세기 후반의 공군을 들 수 있다.

시스템이었다.[5] 녹음재생 시스템에서는 기계공이 부품을 제작하는 동안 기계공의 명령에 따라 기계의 동작이 자기 테이프에 기록된다. 첫번째 부품이 제작되면 테이프의 녹음과 기계 동작의 재생에 의하여 동일한 부품들이 자동적으로 만들어질 수 있었다. 경영 고문이면서 '유연한 자동화'에 관한 최초의 문건을 작성했던 존 디볼드(John Diebold)는 녹음재생 기술을 "작지 않은 성과"라고 규정하면서 "그것으로 인하여 (비록 부분적인 자동화에 해당하지만) 공작기계의 자동 조작이 가능해진다"고 말했다. 그러나 (그 이유는 다음에 살펴보겠지만) 녹음재생 기술은 잠시동안 존속했을 뿐이다.[6]

매체 준비의 문제에 관한 두번째 해결책은 MIT 공학자인 윌리엄 피즈(William Pease)와 제임스 맥도너(James McDonough)에 의해 명명된 '수치제어' 시스템이었다. 비록 몇몇 사람들은 그것의 역사를 1804년에 개발된 작카드(Jacquard)의 직조기로 소급하기도 하지만, 실제로 N/C는 매우 최근에 성취된 것이다. 그것은 미시간(Michigan)의 공군 하청계약자인 존 파슨즈(John Parsons)의 착상으로 그의 공장은 시코르스키(Sikorski)와 벨(Bell)의 헬리콥터를 위하여 회전날개를 제작하고 있었다. 1949년에 파슨즈는 그의 아이디어를 공군에 성공적으로 팔았고, MIT의 서보메카니즘연구소(Servomechanism Laboratory)와 계약을 맺어 대부분의 연구 작업을 맡겼다. 결국 3년 후에 수직 평삭반의 일종인 첫번째 N/C 공작기계가 제작되어 널리 선전되었다.

간단히 말해서 녹음재생 공작기계는 기계공의 숙련을 반복적으로 획득하는 수단이었다. 생산에 관한 지식은 여전히 최초의 부품을 생산함

5) 녹음재생 기술에 관한 논의는 GE(셰넥터디)와 기숄트(위스콘신)의 프로젝트에 참가한 엔지니어와의 광범한 인터뷰와 서신 교환, 그리고 사업 잡지와 기술적 문헌에 기초를 두고 있다.

6) 그럼에도 불구하고 그것은 Kurt Vonnegut의 *Player Piano*에 의해 영원성이 부여되었다. 그때 그는 GE의 광고담당자였는데, 그의 소설에는 녹음재생 선반이 생생하게 묘사되어 있다.

으로써 테이프를 제작했던 기계공에게서 비롯되었다. 그러나 N/C는 전적으로 다른 생산철학에 기초를 두고 있었다. 설계도에 포함되어 있는 부품 견적에 관한 정보는, 처음에는 부품에 대한 수학적 표현으로, 그 다음에는 다섯 개의 축을 따라 원하는 경로로 철삭공구를 인도하는 수학적 묘사며, 그리고 마지막에는 수백만 가지의 지시사항이 간단한 수자 부호로 변경된 후 기계제어를 위한 전기적 신호로 번역된다. 간단히 말해서 N/C 테이프는 지식의 원천인 기계공의 역할을 공식적으로 우회하는 수단이다. 기술, 자동화, 그리고 경제 진보에 관한 국가위원회(National Committee on Technology, Automation, and Economic Progress)는 N/C의 기계가공에 관한 새 접근법을 "아마도 이동식 조립라인의 도입 이래 생산과정에 있어서 가장 중요한 발전"이라고 선전하였다.[7]

설계에서의 선택 : 생산의 수평적 관계

이상에서 살펴본 공작기계의 자동화에 관한 간단한 역사는 새로운 기술의 진화를 단순히 기술적이고 논리적인 발전인 것처럼 묘사한다. 따라서 그것은 "왜 기술이 그런 형태를 취했는가", "왜 N/C는 발전된 반면 녹음재생 기술은 그렇지 않았는가", 또는 "왜 N/C는 금속가공 산업 전체가 흡수하기 어렵다고 밝혀졌는가"에 대해서는 거의 말해주지 않는다. 이와 같은 질문에 대한 대답은 N/C 기술이 개발된 사회적 맥락을 철저하게 검토할 것을 요구한다. 이 절에서 우리는 N/C 기술의 설계가 회사들 간의 생산에 대한 수평적 관계를 반영하는 방식을 살펴볼 것이다. 다음 절에서 우리는 노동자와 경영진 사이의 생산에 대한

7) F. Lynn, T. Roseberry and V. Babich, "A History of Recent Technological Innovations", National Commission of Technology, Automation and Economic Progress, *The Employment Impact of Technological Change*, Appendix, vol. II. *Technology and American Economy* (Washington, D. C. : Government Printing Office, 1966), p. 89.

수직적 관계에 주목하여 "왜 N/C가 녹음재생 기술 대신에 선택되었는가"를 검토할 것이다.

우선 우리는 공작기계 산업 자체의 본질을 검토해야만 한다. 한 국가의 제조업을 위하여 자본재를 생산하는 이 조그만 산업은 사업 주기의 변동(호황과 불황)에 매우 민감한 산업이다. 게다가 공작기계 산업에서는 '특수한' 기계의 생산, 즉 본질적으로 사용자를 위한 주문 생산이 강조된다. 이 두 가지 요소는 공작기계의 높은 가격을 설명한다. 따라서 공작기계 제조업자들은 높은 인건비와 비효율적인 소량생산 방식으로 인한 불이익을 벌충하기 위하여 고가격·고성능의 전문 기계류에 관한 수요로 돈을 벌려고 대규모 사용자의 요구에 주의를 집중한다.[8]

N/C의 개발은 이러한 경향을 더 강화시켰다. 존 파슨즈는 헬리콥터 회전날개 형판의 윤곽을 정밀하게 절삭하는 문제를 해결하는 과정에서 새로운 기술에 착안하였다. 그는 구멍의 위치를 계산하기 위하여 컴퓨터를 사용하다가 드릴의 위치를 정하는 작업도 컴퓨터로 제어하려고 했다. 그는 새로운 전투기의 날개 구획 견적을 검토하면서 이 생각을 세 축을 가진 평삭반으로 확장하였다. 고성능·고속도의 항공기 날개는 큰 장력과 가벼운 무게, 그리고 다양한 두께의 표면을 요구했기 때문에 매우 어렵고 값비싼 기계가공이 필요했다. 파슨즈는 그가 사용했던 IBM 카드의 이름을 따서 '카도매틱'(Cardomatic)이라고 명명한 그의 아이디어를 라이트 패터슨(Wright Patterson) 공군 기지로 가지고 가서, 공군 자재사령부(Air Material Command)의 사람들에게 공군이 유력한 신

8) Nathan Rosenberg, "Technological Change in the Machine Tool Industry", *Journal of Economic History* 23 (1963), pp. 414-443 ; Harless D. Wagoner, *The U. S. Machine Tool Industry : from 1900 to 1950* (Cambridge, Mass. : MIT Pr., 1968) ; Murray Brown and Nathan Rosenberg, "Patents, Research and Technology in the Machine Tool Industry", *Journal of Research and Education* (Spring 1961) ; Seymour Melman, "Report on the Productivity of Operations in the Machine Tool Industry in Western Europe", *European Productivity Agency Project*, No. 420 등을 보라.

기술의 개발을 인수해야 한다고 납득시켰다. 파슨즈는 계약을 체결하면서 발포 제어 시스템의 경험이 있었던 MIT의 서보메카니즘연구소에게 도급을 맡겼다.[9]

서면 계약이 최초로 체결된 1949년과 공군이 소프트웨어의 개발에 대한 공식적인 지원을 중단한 1959년 사이에, 군부는 N/C의 연구·개발·확산에 적어도 6천 2백만 달러를 소비하였다. 1953년까지 공군과 MIT는 공작기계 제작자와 항공산업계의 관심을 유발하기 위하여 거대한 캠페인을 벌였다. 그러나 자신의 돈을 N/C의 구입에 투자할 만큼 충분한 관심을 기울인 회사는 기딩스 및 루이스(Giddings and Lewis)뿐이었다. 결국 N/C 후원자들은 1955년에 공군 자재사령부의 예산배당에 관한 견적서의 내역을 추적자 제어 기계에서 N/C 기계로 변경하는데 성공하였다. 그당시 완벽한 N/C 기계는 서보메카니즘연구소만이 보유하고 있었다. 공군은 100대 이상의 N/C 기계를 구입·설치·유지하기 위하여 그 연구소에 비용을 지불하였다. N/C 계약자들과 공급자들은 새로운 기술의 사용법을 가르쳐 주면서도 돈을 받았다. 간단히 말해서 공군은 N/C를 위한 시장을 창출하였다. 곧 이어 공작기계 제조업자들은 본격적인 활동을 시작하였고, 공작기계 산업의 연구개발 비용은 1951년과 1957년 사이에 8배로 증가하였다.

중요한 점은 N/C를 가능하게 했던 대규모의 공군 지원이 기술의 형태를 결정하는 데에도 강력한 영향을 미쳤다는 것이다. 일반적인 기계 설계의 과정에서는 사용자가 부담하는 판매 비용이 고려되지만, 여기서는 그것이 크게 문제되지 않았다. 공작기계 제작자들은 단순히 정부의 자금을 사용하는 사람들이 요구하는 성능을 충족시키기 위하여 경쟁하고 있었다. 상업적 시장을 위하여 저렴한 기계를 생산하려는 자극이 없었기 때문에 그들은 비용의 효율성에는 별로 관심을 기울이지 않았다.

9) N/C의 기원에 대한 간단한 역사는 파슨즈의 개인 서류철과 서보메카니즘연구소의 프로젝트 기록은 물론 파슨즈와 MIT 요원들과의 인터뷰에도 바탕을 두고 있다.

그러나 기계 자체의 개발은 이야기의 일부분에 지나지 않는다. 하드웨어뿐만 아니라 소프트웨어의 개발도 있었던 것이다. 여기서도 공군의 요구가 기술의 형태를 규정하였다. 처음에는 어떤 사람도 테이프 생산에 관한 지식을 얻는 과정에서 발생하는 어려움을 완전히 인정하지 않았다. N/C 프로젝트를 수행하는 MIT 엔지니어들도 마찬가지였다. 그들은 대부분 프로젝트에 전념하기 전에 기계가공의 경험을 가지고 있지 않았다. 그들은 제어공학자와 수학자였지만 기계공의 기술을 쉽게 종합할 수 있다고 믿을 만큼 매우 오만하였다. 그러나 그들이 자신의 실수를 발견하는 데에는 많은 시간이 걸리지 않았다. 테이프의 준비가 N/C의 경제적 생존력에 있어서 걸림돌이라는 사실이 명확해지자 프로그래밍의 문제는 프로젝트의 주요한 초점으로 부상하였다. 첫번째 프로그램은 손으로 준비되었는데, 그것은 대학원생들에 의해 수행된, 지루하고 많은 시간이 소요되는 작업이었다. 그후에 프로젝트 요원들은 MIT의 첫번째 디지탈 컴퓨터인 '회오리바람'(Whirlwind)의 도움을 얻으려고 노력하였다.

초기 프로그램은 본질적으로 특수한 기하학적 표면을 제작하기 위한 보조 프로그램이었다. 1956년에 MIT가 소프트웨어 개발을 매개로 공군과 다른 계약을 체결한 후에 더글라스 로스(Douglas Ross)라는 젊은 공학자 겸 수학자는 프로그래밍에 관한 새로운 접근법을 가지고 나타났다. 그것은 '자동 프로그램 공구'(APT : Automatically Programmed Tools)라고 불리는 새로운 시스템으로서 각 문제를 별도의 보조 프로그램으로 다루는 대신에 하나의 골격 프로그램으로 절삭공구를 움직이게 하는 것이었다. APT는 모든 특수한 응용에도 유연하게 사용할 수 있는 근본적인 시스템이었다. 또한 그것의 언어는 5개의 축을 제어할 수 있는 용량을 가져야 한다는 공군의 요구를 만족시켰다. 공군은 APT의 유연성이 전략적으로 중요하기 때문에 APT를 선호하였다. 그것은 전국 각 지역으로부터의 신속한 동원과 상황에 따른 설계의 신속한 변화를 가능하게 하고, 공장의 기계들·사용자와 판매인·계약자와 하청업자 사

이의 호환성을 고려하는 것처럼 보였다. 이러한 목적을 염두에 두고 공군은 APT 시스템의 표준화를 추진하였고 공군 자재사령부는 APT를 산업의 표준으로 만들기 위하여 수치제어에 관한 항공산업연합위원회(Aircraft Industries Association Committee on Numerical Control)와 협력하였다. 공작기계와 제어장치를 생산하는 기업체들은 APT와 함께 사용되는 시스템에 적응할 수 있는 '포스트프로세서'(postprocessor)의 개발에 착수하였다.

항공 회사들의 저항에도 불구하고 APT 컴퓨터 언어는 산업의 표준이 되었다. 많은 회사들은 N/C 장치를 프로그램하는 그들 자신의 언어를 개발했고, 그것은 비록 APT보다 유연하지는 않지만 회사의 필요에 적당하고 비교적 간단하게 사용할 수 있었다. APT 시스템의 이점에도 불구하고 (사실은 그것 때문에) APT 시스템은 불이익을 감수해야만 했다. 기본적인 시스템일수록 복잡해지기 때문에 처리해야 할 정보량이 많아지며 이에 따라 오류의 가능성도 많아진다. 그러나 초기의 저항은 고위 경영진에 의해 이내 무마되었는데, 그들은 공군과의 유리한 계약이라는 사업적 이유 때문에 새로운 시스템의 사용법을 배우는 것이 필요하다고 믿었다. 결국 APT는 독점적으로 사용되었다. 따라서 더글라스 로스 자신이 "APT 시스템의 개발에 관한 무시무시한 혼란"으로 묘사했던 것이 시작되었다. 그 시스템은 항공산업의 "변덕스럽고 믿을 수 없는" 두 통거리로 오랫동안 남았다.

공군의 명령에 입각한 APT의 표준화는 두 가지의 상호관련된 결과를 낳았다. 첫째, APT는 토마스주식회사(A.S. Thomas, Inc.)가 개발했던 'NUFORM'과 같은 대안적 언어의 개발을 10년간 금지시켰다. 그것은 중소기업이 윤곽 프로그래밍에 쉽게 접근할 수 있는 수단이었다. 둘째, APT는 위험을 무릅쓰고 N/C 분야로 뛰어들었던 사람들이 거대한 컴퓨터와 수학적으로 정교한 프로그래머들에게 의지하도록 강제하였다.[10]

10) 초기의 APT 개발은 공군의 지원으로 MIT에서 집중적으로 수행되었으나, 1961년에

항공 회사들은 갖은 골치거리에도 불구하고 공군의 보조금 때문에 APT와 씨름할 수밖에 없었다. 군부와의 계약을 원했던 회사들은 APT 시스템을 채택해야 했고, 그 시스템을 수용할 수 없었던 회사들은 정부의 하청 대상에서 제외되었다. 여기서의 요점은 산업의 표준이 되는 소프트웨어 시스템을 사용자와 공군이 함께 설계했다는 것이다. 로스가 설명했듯이, "설계 과정 전체를 관통하는 보편적인 요인은 경제성이다. 그 언어의 장점은 그것을 완전한 작동 시스템으로 통합하는 과정에서 발생하는 (경제적) 어려움과 결부되어 평가되어야 한다."[11] APT는 공군과 항공산업계에는 특혜를 제공했지만 그 대가로 경제적 능력이 부족했던 수많은 경쟁자들을 희생시켰던 것이다.

설계에서의 선택 : 생산의 수직적 관계

지금까지 우리는 N/C의 형태(하드웨어 및 소프트웨어)와 그것이 생산의 수평적 관계를 반영하는 방식에 대하여 살펴보았다. 그렇다면 N/C의 선배 격인 녹음재생 기계는 어떠하였는가? 그것은 분명히 소규모 공장에 적합한 기술이었다. 공작기계의 동작을 녹음한 테이프는 (프로

는 공군과 항공산업협회(AIA : Aircraft Industries Association), 그리고 공작기계와 전기 제어 분야의 대기업으로 구성된 컨소시움의 감독하에 연구를 수행해왔던 일리노이스공과대학연구소(IITR : Illinois Institute of Technology Research Institute)가 APT 개발에 관여하였다. 컨소시움의 연구원에게는 많은 급료와 풍부한 시설이 지원되었는데, 그것은 대부분의 금속가공 산업체의 자산을 능가하였다. 따라서 APT 시스템의 사용은 시스템 개발의 정보에 특권적으로 접근할 수 있었던 회사들에게 제한되었다. 게다가 APT 시스템은 공장 소유주의 정보로 간주되었다. 이에 따라 프로그래머들은 설명서를 살펴볼 때 반드시 서명을 해야 했으며, 그것을 집으로 가지고 가거나 회사 외부의 사람들과 그 내용에 관하여 논의할 수 없었다.

11) Douglas Ross, "Origins of APT Language for Automatically Programmed Tools" (Softech, Inc., 1978), p. 13.

그래머, 수학, 언어, 컴퓨터 없이도) 기계공이나 추적자판에 의해 인도될 수 있었다.[12] 그러나 이 기술은 N/C를 선호하는 항공산업과 대규모 제조업자들에 의해 포기되었다. 중소기업들은 그것을 전혀 알지 못했다. 한스 트레치셀(Hans Trechsel)에 의해 기계공이 완벽하게 접근할 수 있도록 설계되었던 기숄트시스템(Gisholt System)은 기숄트회사가 기딩즈 및 루이스라는 대규모 N/C 제조업체에 의해 매수되면서 보류되었다. G. E의 녹음재생 시스템은 공작기계 회사와 항공 회사의 관심을 거의 끌지 못했기 때문에 실제로는 시장에 거의 출하되지 않았다. 기딩즈 및 루이스는 로크히드(Lockheed)의 거대한 '외판(外板) 공장'에서 사용할 목적으로 녹음재생 시스템을 구입했지만 그것은 본격적인 생산이 시작되기 전에 수정된 N/C 시스템으로 교체되었다. 1950년대와 1960년대의 가장 대중적인 시스템이었던 G. E의 자기 테이프 제어 시스템은 제품설명서에서 '녹음재생의 능력'을 가진 것으로 묘사되었지만, 이 특징에 대한 언급은 곧 설명서에서 사라졌다.[13]

그렇다면 왜 녹음재생 기술에는 많은 관심이 기울여지지 않았는가? 이 질문에 관한 대답은 복잡하다. 첫째, 종종 복잡한 부품을 위하여 4~5개 축의 기계가공을 요구하는 공군의 견적은 녹음재생이나 수작업 방식의 능력을 능가하는 것이었다. 비용 절감 효과의 측면에서는 위의 두 가지 방법이 생산비는 물론 지그, 픽스쳐, 형판의 유지비를 N/C만큼

12) 기술적인 측면에서 녹음재생 기계는 N / C만큼 신뢰할 수 있었다. 왜냐하면 녹음재생 시스템에서는 모든 프로그래밍이 기계에서 행해지므로 생산이 시작되기 전의 프로그래밍 과정에서 오류를 제거할 수 있었기 때문이었다. 게다가 그것은 N / C와 같은 정도로 1 / 1000인치의 오차로 부품들을 반복 생산하는 데 사용될 수 있었다. 만약 N / C 시스템이 1 / 2000에 상응하는 불연속적인 펄스를 산출할 때 기계가 똑같은 오차로 부품을 생산할 수 있다고 가정하는 것은 잘못된 생각이다. 정밀도의 한계는 전기적 신호가 아니라 기계 자체에 의해 정해지는 것이다.

13) 이러한 역사는 기숄트의 'Factrol' 시스템의 설계자 한스 트레치셀과의 인터뷰와 다양한 공학 및 사업 잡지의 기사, 그리고 GE(세넥터디)의 엔지니어 및 판매 요원과의 인터뷰와 편지왕래에 기초한 것이다.

감소시키지 못했다. 또한 N/C는 공구제작자, 기계공, 주형제작자에 대한 노동비의 감소를 약속했다. 더구나 N/C 기술에 대한 공군의 막대한 지원은 대부분의 제조업체와 사용자를 유혹했다. 그러나 N/C의 채택과 녹음재생의 폐기에는 경제적 계산보다 중요한 다른 이유가 있었다. 녹음재생 기계는 유용한 생산기술이었지만 처음부터 N/C와 다른 방식으로 인식되었다. (금속절삭에 관해서는 거의 알지 못했던) MIT 설계자들의 눈에는 항상 N/C가 금속절삭을 위한 기술 이상의 것이었다. 그것은 컴퓨터 시대, 수학적 우아함, 힘·질서·예측가능성, 연속 흐름, 원격조정, 자동화 공장의 상징이었다. 반면에 녹음재생은, 수작업 방식에 관한 획기적인 진보를 대표했지만, 전통적인 기술의 흔적을 가지고 있었다. 미래의 관점에서는 (엔지니어들은 항상 현재와 미래를 혼동한다) 녹음재생 기계가 시대에 뒤떨어진 것이었다.

노동을 자본으로 대체하는 정책과 마찬가지로 N/C가 상징했던 총체적 자동화를 위한 정책이 항상 합리적인 것은 아니었다. 물론 새로운 기술을 개발하고 도입하는 과정에서 이윤동기는 매우 중요한 요소로 작용한다. 그러나 풍부한 정부의 재정적 후원으로 비용의 최소화가 절실히 요구되지 않는 경우에는 경제적인 설명이 이야기의 전부가 될 수 없다. 여기서는 (인간의 능력을 신뢰하지 않고 인간의 판단을 오류로 간주하는) 통제 이데올로기가 새로운 기술의 채택에 동기를 부여하는 강력한 힘으로 작용하였다. 이러한 이데올로기는 자본주의적 생산양식을 반영하고 있다. 엔지니어의 인간존재에 관한 불신은 자본의 노동에 대한 불신이 표상된 것이다. 인간의 오류와 불확실성을 제거한다는 주장은, 생산에 대한 자본의 통제를 증가시킴으로써 노동에 대한 자본의 의존력을 최소화하려는 시도를 공학적으로 표현한 것에 불과하다. 간단히 말해서 공학의 이데올로기는 자본주의적 생산의 적대적인 사회적 관계를 반영한다. 기계의 설계가 이러한 이데올로기에 의해 형성되는 한, 그것은 필연적으로 생산의 사회적 관계를 반영할 수밖에 없다.[14]

19세기 이후 노동집약적 기계공장은 숙련노동자의 요새이면서 작업

장 투쟁의 중심지였다. 프리데릭 테일러(Frederick Taylor)는 그가 '체계적 태업'이라고 불렀던 것을 제거하기 위하여 '과학적 관리'를 개발하였다. 노동자들은 다양한 이유로 은밀한 태업을 수행하였다. 자신의 시간을 확보하는 것, 자신의 작업에 관한 권위를 발휘하는 것, 과잉생산과 임률삭감의 도구였던 성과급 제도에 저항하는 것, 해고를 당하지 않도록 직무를 조정하는 것, 작업속도가 느린 직무를 고안하기 위하여 그들의 창의력을 발휘하는 것, 경영진에게 적대감을 직접적으로 표현하는 것 등은 그 대표적인 예이다.[15] 집단적인 협력과 노동자가 스스로 규정한 행위의 표준을 제외하면, 기계공이 생산과정에 대한 권위를 확립하는 최상의 수단은 기계에 관한 통제였다. 기계가공은 수공업적 기술이

14) 자본주의적 생산양식에 있어서 통제는 독립적인 요소(계급갈등의 표명)가 아니라 단지 경제적 목적(자본의 축적)의 수단일 뿐이라는 주장이 있다. 이러한 관점에서는 노동력에 대한 경영진의 통제를 강화시키고 은밀한 태업을 제거하기 위하여 도입된 기술이 단지 이윤을 증가시키기 위한 수단으로 간주된다. 통제와 계급의 문제를 경제적 문제로 환원하면 기술개발을 사회적 관계에 입각하여 설명하기가 곤란해진다. 그것은 시간당 생산고를 직접적으로 증가시키는 기술과 노동자의 저항이나 생산고 제한을 감소시킴으로써 간접적으로 그렇게 하는 기술을 주의깊게 구별하지 못하게 한다. 또한 그것은 은밀한 태업을 감소시키는 기술과 노동조합 파괴자의 행위가 똑같은 경제적 결과를 유발하면 두 가지 투자의 궁극적인 효과도 동일한 것으로 간주한다. Jeremy Brecher는 "비판적인 역사가는 기술이 체현하는 (그리고 숨기고 있는) 사회적 관계를 발견하기 위하여 비용의 최소화라는 경제적 범주 뒤에 있는 것을 캐내야만 한다"고 상기시키고 있다. Jeremy Brecher, "Beyond Technological Determinism : Some Comments", *Talk Presented at the Organization of American Historians Convention* (April 1978).

15) Donald F. Roy, "Quota Restriction and Goldbricking in a Machine Shop", *American Journal of Sociology* 57 (1951-1952) ; Donald F. Roy, "Work Satisfaction and Social Reward in Quota Achievement : An Analysis of Piecework Incentive", *American Sociological Review* 18 (1953) ; Donald F. Roy, "Efficiency and 'The Fix' : Informal Inter-group Relations in a Piecework Machine Shop", *American Journal of Sociology* 60 (1954-1955) ; Stanley B. Mathewson, *Restriction of Output among Unorganized Workers* (Carbondale, Ill. : Southern Illinois Univ. Pr., 1969).

아니라 기계에 기초한 기술이다. 숙련의 소유는 속도, 급송, 기계의 동작에 관한 통제와 함께 기계공의 자율적인 부품 생산을 보장하였다.[16]

이처럼 노동자의 숙련과 작업장 통제는 은밀한 태업의 기초로 가능하였다. 따라서 테일러는 숙련의 소유권을 기계공에서 경영진으로 옮겨 생산과정 자체를 변화시킴으로써 태업을 제거하려고 노력하였다. 테일러의 방법에 따르면 (노동자가 아니라) 경영진이 과업의 세부사항을 규정할 수 있었다. 그러나 그는 완전히 성공하지 못했다. 작업방법 담당자, 시간연구 담당자, (작업)방법 및 (작업)시간 측정(MTM : Method Time Measurement) 전문가들이 아무리 기계공장의 공식적인 관행을 바꾸었다 할지라도 금속절삭에 관한 과학이 완전히 개발되지 않았기 때문에, 생산에 관한 노동자의 통제가 근절되지는 않았던 것이다.[17]

따라서 사회학자 도날드 로이(Donald Roy)는 1940년대에 기계공장을 방문하면서 은밀한 태업이 건강하게 생존해 있는 것을 발견했다. 그는 과학적 관리보다도 전통적인 권위의 패턴이 여전히 군림하는 것을 분명히 확인하였다.

> "나는 11시까지 작업이 25~30% 정도 진척되기를 바란다"고 작업감독관 스티브(Steve)는 7시 15분 호각이 불어진 뒤 2분동안 날카롭게 말했다. 나(로이)는 고개를 끄덕이며 그에게 미소를 지었다. 우리 근처에 서있던 숙련 노동자 맥캔(McCann)과 스미드(Smith)가 큰 소리로 웃자 스티브는 "농담이 아니야"고 반쯤 미소지으며 말했다. 스티브는 자신도 모르게 싱긋이 웃지 않을 수 없었고 그리고는 나가버렸다.[18]

16) David Montgomery, "Workers' Control of Machine Production in the Nineteenth Century", *Labor History* 17 (Fall 1976), pp. 486-509.

17) 기계공장에서 작업속도는 여전히 과학보다는 추측에 의존하여 설정된다. 과학적 확실성의 결핍은 작업속도에 관한 협상 과정에서 분명히 나타난다. 산출고를 규정하는 것은 과학이 아니라 합의된 '공정성'이며 실제로는 노사 간의 세력관계이다.

18) Roy, "Work Satisfaction and Social Reward in Quota Achievement", p. 513.

30년후 사회학자 마이켈 뷰러워이(Michael Burawoy)는 똑같은 공장을 방문한 후 자신의 작업장 관계에 관한 연구에서 "본질적으로 기계공장에서의 기계와 노동자의 관계는 잉여를 뽑아내는 '강제적' 수단에서 제외된다"는 결론을 내렸다.[19]

이상과 같은 점이 공작기계의 자동화가 추진되었던 가장 중요한 맥락이었다. 그것은 생산에 관한 통제를 성취하려는 경영진의 시도로 간주되어야 한다. 피터 드러커(Peter Drucker)가 지적한 것처럼 "오늘날 자동화라고 불려지는 것은 개념적으로는 테일러의 과학적 관리의 논리적 확장이다."[20] 따라서 파슨즈는 N/C '카도매틱' 시스템의 개발에 착수하면서 자신의 흥미로운 모험을 트래버스(Traverse) 공장의 노동조합이 알지 못하도록 주의를 기울였다. 또한 G. E. (셰넥터디) 노동자들의 작업중단이 1946년의 파업으로 절정에 달하자 G. E. 엔지니어협회는 경영진의 지원하에 공작기계 자동화 프로젝트를 강력히 추진하였는데, 그것 역시 노동조합이나 회사 외부에는 일체 비밀로 부쳐졌다.[21]

공작기계의 자동화가 진척되었던 최초의 10년 동안에 자동 공작기계의 주요 사용자였던 항공산업도 심각한 노사갈등을 경험하였다. 전후의 경기침체는 노동자의 휴직, 회사의 임금 미지불 요청, 직무의 하향 재분류를 통하여 노동자들의 불만이 야기되었다.[22] 보잉(Boeing), 벨항공(파

19) Michael Burawoy, "The Organization of Consent : Changing Patterns of Conflict on the Shop Floor, 1945-1975", *Unpublished Doctorial Dissertation* (Univ. of Chicago, 1976).

20) Peter F. Drucker, "Technology and Society in the Twentieth Century", Melvin Kranzberg and Carroll W. Pursell, eds., *Technology in Western Civilization*, vol. 2 (New York : Oxford Univ. Pr., 1967), p. 26.

21) 당시의 광고담당자 Kurt Vonnegut는 1977년 2월에 저자에게 보낸 편지에서 삼가하는 말투로 "그들은 그때 어떠한 공표도 원하지 않았다"고 회고하였다. G. E. 노동자들은 해고, 임률 삭감, 작업속도 증가, 기계공의 미숙련 도제나 여성으로의 대체에 저항하여 전기노동자연합(UE : United Electrical Workers)의 지도하에 10년간 작업을 중단하였다.

슨즈의 주요 계약자), 맥도넬 더글라스(McDonell Douglas), 라이트항공(Wright Aeronautical), G. E. 에반데일(Evandale), 북미항공(North American Aviation), 리파블릭항공(Republic Aircraft)에서는 주요한 파업이 발생하였다. 따라서 1946년 11월 『포춘』(Fortune)에 실린 "노동자가 필요없는 기계"(Machines without Men)라는 제목의 기사가 경영진과 기술진 사이에서 평판이 좋았던 것을 설명하기는 어렵지 않다. 센서 및 측정 장치, 서보메카니즘, 컴퓨터 등과 같은 전시에 개발된 기술적 성과를 검토하면서 두 명의 캐나다 물리학자는 "이러한 장치들은 어떤 인간적 제약도 받지 않는다. 그것들은 24시간 계속해서 일하는 것을 꺼려하지 않는다. 그것들은 결코 배고픔이나 피로를 느끼지 않는다. 그것들은 항상 노동조건에 만족하며 높은 급료를 요구하지도 않는다"고 단언하였다. 간단히 말해서 "그것들은 똑같은 노동을 수행하는 인간보다 훨씬 적은 문제를 유발한다"는 것이었다.[23]

이 논문에 자극을 받은 사람 중의 한 명은 G. E.의 자동화 프로젝트를 담당하고 있었던 로웰 홈즈(Lowell Holms)라는 젊은 엔지니어였다. 그러나 그가 기계공을 대체할 목적으로 개발했던 녹음재생 시스템에서는 테이프의 준비 때문에 여전히 생산에 대한 노동자의 통제가 유지되었다.[24] 이러한 '결점'은 그 시스템의 품평회에 참가했던 사람들에 의해 즉각 인식되었고 그들은 그 기술에 별다른 관심을 보이지 않았다.

22) Arthur Allen and Betty Schneider, *Industrial Relations in the California Aircraft Industry* (Berkeley : Institute of Industrial Relations, Univ. of California, 1956).

23) E. W. Leaver and J. J. Brown, "Machine without Men", *Fortune* (Nov. 1946), p. 203.

24) 녹음재생이 N / C보다 생산에 대한 작업장 노동자의 통제를 허용한다는 사실은 영국의 사례를 검토한 Erik Christiansen, *Automation and Workers* (London : Labour Research Development Publications, Ltd., 1968)에서 잘 나타난다. 녹음재생이나 배전반 통제가 사용되는 경우에는 기계공이 기존의 설비가 배치된 경우와 똑같은 임금수준을 유지하고 전체 기계 공정에 관한 통제권을 보유할 수 있었다. Christiansen에 의하면, 녹음재생(과 배전반 프로그래밍)은 "기계를 최초로 프로그래밍하는 노동자의 숙련을 통하여 작업장 노동자가 노동 주기를 통제하고 있음"을 의미한다.

그 중의 한 명은 "우리가 현재 사용하고 있는 것이 아닌 우리의 요구를 실행할 수 있는 것을 달라"고 논평했다. 녹음재생 시스템의 결점은 기술적인 것이 아니라 개념적인 것이었다. 즉 그 시스템은 생산에 대한 경영진의 통제를 요구하는 대기업을 만족시키지 못했던 것이다. 그러나 N/C는 그렇게 했다. 녹음재생과 N/C 양자에 대하여 자문하는 G. E.의 엔지니어들은 "경영진은 N/C를 좋아했다. 왜냐하면 그것은 그들이 사무실에 앉아서 그들이 원하는 것을 다른 사람에게 지시하는 것을 의미하기 때문이다"고 설명했다. "N/C를 사용하면 손을 더럽힐 필요가 없는 것이다."[25] G. E. (세넥터디)의 연구 부서와 판매 부서를 중개하는 산업적 응용 그룹(Industrial Applications Group)의 책임자이자 두 기술의 개발에 핵심적 역할을 담당했던 자문기사는 녹음재생에서 N/C로의 전환을 다음과 같이 설명했다. "보라. 녹음재생 시스템에서는 급송, 속도, 작업량, 산출고에 대한 통제권이 기계공에게 주어져 있다. 수치제어 시스템에서는 통제권이 경영진으로 이동한다. 경영진은 더 이상 작동자에 의존하지 않고, 따라서 기계의 사용을 최적화할 수 있다. 수치제어를 사용하면 노동과정에 대한 통제권이 경영진의 손에 확고하게 주어진다. 그런데 왜 우리가 그것을 선택하지 않겠는가?"[26] 따라서 G. E.에서는 N/C가 금속 절삭의 기술이 아니라 경영 시스템으로 간주되었다.[27]

N/C는 회사의 기능을 자동화하려는 노력과 부합되었고 생산 정보의 집중화를 수반했다. 게다가 이전에 공작기계의 설계를 담당했던 엔지니어가 제안했듯이, 반공 운동이 격렬하게 진행되었던 1950년대에 N/C는 안보 문제에 대한 해결책처럼 보였다. 그것은 경영진이 불온분자나

25) 개인적인 인터뷰.

26) 개인적인 인터뷰.

27) G. E. Company, "Next Step in Management : An Appraisal of Cybernetics", *Management Consulting Services Division* (1958). 또한 J. Forrester, et. al., "Strengthening Management for the New Technology", *American Management Association* (1955)도 보라.

스파이가 작업장에 손을 뻗치는 계획을 저지하는 수단으로 간주되었다. N/C는 또한 공구 실습의 필요를 최소화하고 도면을 복사하는 방법을 제거하며 칩 절삭 시간을 감소시키는 것처럼 보였다. 그리고 N/C는 문제가 많은 '테이프 시간'에 관한 시간연구 방법을 제거하였고 골치거리였던 숙련 기계공을 다루기 쉬운 '버튼을 누르는 사람'으로 대체하였으며 작업속도 조정의 문제를 완전히 제거하였다. 만약 N/C가 그 기술을 선택했던 목적에 부합되는 방향으로 공장의 조직적 변화를 유발한다면 생산에 대한 경영진의 통제권은 강화될 것이었다. 이 점은 우리가 선택된 기술이 배치되는 방법을 살펴보면 더욱 명확해진다.

배치의 선택 : 경영진의 의도

비용의 효과와 관계없이 경영진이 N/C에서 생산에 대한 그들의 권위를 고양시키는 잠재력을 발견했음에 틀림없다.[28] 물론 공작기계 제조

28) N / C에 있어서 비용의 효과는 단순히 칩 절삭에서 발생하는 시간의 절약과 직접적인 노무비의 감소에 달려 있는 것이 아니라 교육 비용, 프로그래밍 비용, 컴퓨터 비용 등을 포함하는 많은 요소들에 의존한다. N / C의 경제성에 관한 초기 연구를 수행했던 MIT 연구진들은 절삭 시간의 감소에 초점을 두면서 새로운 혁명을 감명적으로 표현하였다. 그러나 동시에 그들은 N / C의 경제적 생존 능력의 핵심은 프로그래밍 (소프트웨어) 비용의 절감에 있다고 경고하였다. 공작기계 회사 판매원들은 이러한 잠재적 결점을 강조하려고 하지 않았으며 그들의 말을 그대로 믿었던 사용자들은 파산에 직면하였다. 그러나 초기 시절의 사용자들은 대부분 국가의 보조에 의해 경제적 충격을 완화할 수 있었다. 오늘날 잠재적 사용자들은 다소 조심스러운 태도를 취하며, 공작기계 제조업자들은 적절한 사용·정당한 몫·일괄 처리 크기·충분한 교육과 같은 경제적 성공의 전망을 선전하는 데 이전보다 많은 제약을 받고 있다.

독립적인 조사자의 경우에는 그러한 기술의 경제적 생존 능력을 평가하는 것이 매우 어렵다. 여기에는 많은 이유가 존재한다. 우선 접근할 수 있는 데이타가 거의 없다. 기술적 매혹이나 경쟁자 추적 등 어떠한 동기에 입각했든지 간에 새로운 자

업자들도 이러한 노선을 따라 상품 판매 촉진 활동을 벌였다. 그들은 소비자의 필요에 부응하여 전통적인 관리의 문제가 종식될 것이라고 장담했다. 따라서 랜디스기계회사(Landis Machine Company)의 사장은 어떤 사업 잡지에 "어떻게 새로운 기계가 비용을 절감할 수 있는

본재의 구입은 경제적 조건에 의해서 정당화되어야 한다. 그러나 만약 그 품목이 회사가 신뢰하는 전문가들에 의해 충분히 요구된다면 정당화의 획득이 그렇게 어렵지는 않다. 그들은 미래 기술의 전망에 스스로 흥미를 느끼며 따라서 대체로 낙관적인 사람들이다. 정당화의 보장 여부를 알기 위하여 회사가 그들의 구매에 대하여 회계 감사를 실행하는 경우는 거의 없다. 아무도 기계 설치의 방식이나 회계 감사의 내역과 관련된 그들의 오류를 입증하려고 하지 않는다. 여기서의 요점은 자본재의 경제성이 경제학자가 때때로 우리에게 알려주는 것처럼 그렇게 깔끔하지 않다는 데 있다. 보이지 않는 손은 사건이 진행된 이후에 뒷처리를 깔끔하게 하는 역할을 수행하는 것이다.

만약 데이타가 존재한다 하더라도 그것을 확보하기는 매우 어렵다. 회사는 정보 소유자로서의 관심을 가지고 노동조합(임금), 경쟁 회사(가격), 정부(규제와 세금)에게 그들의 입장을 노출하지 않으려고 노력한다. 게다가 확보된 모든 정보가 도표로 작성되는 것은 아니다. 그것은 분리된 경비와 함께 각 부처에 배분되는데, "어떤 비용은 A부처, 다른 숨겨진 비용은 B부처"와 같은 방식으로 처리된다. 또한 그 데이타는 각 부처가 회사에서 높은 지위를 차지하려고 제공하는 자기 봉사적인 성격을 강하게 띠고 있다. 그리고 '생존 능력'을 정의하는 방법 자체가 속임수일 가능성이 많다. 회사가 기계를 생산적으로 사용하든 그렇지 않든 기계는 때때로 회사를 위하여 돈을 벌어준다.

이 각주의 목적은 복잡한 역사적 발전에 대한 '수지타산적인' 설명이 (새로운 자본재의 도입과 마찬가지로) 그 자체로는 충분하지 않고 신뢰성도 없다는 사실을 강조하는 데 있다. 만약 회사가 새로운 것을 도입하려고 하면 그것은 수익을 보장한다는 조건에 의해 정당화된다. 그러나 수익의 산출이 그것의 실제적인 (혹은 유일한) 동기는 아니다. 경제학자 Michael Piore가 "The Impact of the Labor Market upon the Design and Selection of Productive Techniques within the Manufacturing Plant", *Quarterley Journal of Economics* 82 (1968)에서 보여주었듯이 자동화의 경우에 제조업자들과 엔지니어들이 염두에 두었던 것은 수지타산보다는 자본에 의한 노동의 대체였다. 따라서 자동화는 수익의 동기뿐만 아니라 생산의 사회적 관계를 반영하는 자동화 자체의 이데올로기에 의해 추진되는 것이다.

가?"(How Can New Machines Cut Costs?)라는 제목의 논문을 기고하면서 "현대의 자동 제어에서 생산 속도는 작동자가 아니라 기계에 의해 설정된다"고 강조하였다.[29]

이와 비슷하게 뉴욕 버팔로(Buffalo) 무그기계회사(MOOG Machine Company)의 광고 복사본은 그들의 새로운 기계 센터가 "경영진으로 하여금 작업을 더 효과적으로 계획하도록 하는" 방식을 설명하면서 "작동자는 더 이상 생산에 관한 의사를 결정할 필요가 없다"고 지적하였다.[30]

공작기계와 제어 시스템의 제조업자들은 그들의 상품과 사업 잡지를 팔고 다니면서 자신의 주장을 되풀이하였다. 잠재적 소비자들은 이러한 선전을 실제로 믿거나 믿으려고 하였다. 1960년대에 N/C가 사용되고 있는 공장을 조사했던 사회학자 얼 룬드그렌에 의하면, "각 회사의 주요 관심은 계획과 통제의 권한을 작업장에서 사무실로 이전하는 것에 있었고" 경영진은 "수치제어 시스템에서는 작동자가 더 이상 계획 활동에 관여할 필요가 없는" 것으로 믿었다.[31]

1977년과 1978년에 나는 중서부와 뉴 잉글랜드(New England) 지역의 공작기계·농업용 기구·건설 중장비·제트 엔진 및 항공 부품·특수 산업용 기계를 제작하는 25개의 공장을 조사하면서 똑같은 현상을 관찰하였다. 모든 곳에서 경영진들은 N/C가 작업장의 의사결정을 제거하고 미숙련 노동자를 N/C 기계에 할당하고 있으며, 문제투성이의 '테이프 시간' 대신에 성과급과 산출 할당량에 따라 작업속도를 정할 수 있고, 모든 정신적 활동을 사무실에 집중시킴으로써 관리의 권위를 높이고 생산과정의 모든 측면에 대한 세부적인 통제를 확장할 수 있다고 믿었다.

29) Grayson Stickell, "How Can New Machines Cut Costs?", *Tooling and Production* (Aug. 1960), p. 61.

30) *MOOG Hydra-Point News* (1975).

31) Lundgren, "Effects of N / C on Organizational Structure".

그러나 이것이 내가 룬드그렌의 초기 연구와 똑같은 결론에 도달했음을 의미하지는 않는다. 산업사회학자를 대표하여 그는 기술이 이러한 변화를 요구한다고 주장했다. 즉 해리 브레이버만(Harry Braverman)의 구절을 사용하자면, 이러한 변화는 경영진에 의해 '불잡힌' 기술의 가능성이 단순히 반영된 결과라는 것이다.[32] 그러나 N/C 기술 자체가 특정한 집단(예를 들어 경영진이나 노동조합)에게 공헌하는 프로그램과 기계의 할당을 요구하지는 않는다. 기술은 단지 그것을 가능하게 할 뿐이다. (일반적인 자본주의적 생산양식의 사회적 관계와 역사 특수적인 경제적·정치적 맥락을 반영하는) 경영진의 철학과 동기가 기술의 전개 방식을 보장하는 것이다.

기술 전개에 있어서 경영진의 선택에 관한 첫번째 사례는 보스톤(Boston) 근처의 대규모 제조 회사의 경험에서 잘 드러난다. 1968년에 노동자의 사기 저하·이직·결근, 프로그램과 기계의 신빙성 결여 때문에 그 회사는 N/C 선반 부문에서 소위 '병목' 현상에 직면하였다. 공장 경영진은 값비싼 장비인 N/C로 산출고의 기대치를 성취하려고 모든 정열을 기울였다. 번영과 개혁의 시기를 배경으로 그들은 기계 작동자를 그룹별로 조직하고 개인별 과업을 확장하는 직무확충(job enlargement) 실험을 결정하였다. 그러한 조직이 작업장 노동자들의 사기를 고양하고 그들이 기계의 "사용을 최적화"할 것이라고 회사는 희망했지만, 노동조합은 처음에 작업속도의 증가를 염려하여 그 계획에 동참하지 않았다. 이에 대처하여 회사는 노동조합이 그 계획을 지원할 수 있도록 모든 참여자에게 보너스를 지급할 수밖에 없었다. 새로운 계획에 대한 경영진과 노동조합의 첫번째 회의에서 회사의 대변인은 (다소 위협적인 말투로) "우리는 버튼을 누르는 사람이 되어야 하는가 아니면 책임감있는 사람이 되어야 하는가?"고 하면서 직무확충의 문제를 제기

32) Harry Braverman, *Labor and Monopoly Capital : The Degradation of Work in the Twentieth Century* (New York : Monthly Review Pr., 1974), p. 199.

하였다. 새로운 기술을 도입하면 선택의 권한을 가질 것으로 믿었던 경영진은 의외의 상황에 직면하여 그들이 전형적이라고 생각하지 않는 방식으로 선택권을 활용했던 것이다.[33]

기술결정론에 입각한 경영진의 명령에 관한 두번째 사례는 내가 코넥티커트(Connecticut)의 공장에 근무하는 두 명의 공장 관리인과 행한 인터뷰에서 엿볼 수 있다. 여기서도 다른 지역과 마찬가지로 대부분의 N/C 프로그래밍은 간단하였다. 나는 그들에게 작동자가 자신의 프로그래밍을 할 수 없는 이유를 물었다. 처음에 그들은 작동자가 급송과 속도를 설정하는 방법을 알아야 한다고 주장하면서 나의 질문을 우습게 여겼다. 나는 작동자가 엔지니어에 의해 제공되는 공정표에 따라 통상적인 기계의 급송과 속도를 설정한다고 지적했다. 그들은 여기에 동의하였다. 그러나 그들은 여전히 작동자가 프로그래밍 언어를 이해할 수 없다고 말했다. 이번에 나는 작동자가 다가올 상황을 알기 위하여 (예를 들어 프로그래밍 오류를 예견하기 위하여) 마이러(mylar) 유형(기계의 작동 상태를 기술하는 두 가지 단계의 정보)을 종종 해독할 수 있다고 지적했다. 그들은 다시 고개를 끄덕였다. 결국 그들은 서로를 바라보면서 미소를 지었고 그 중 한 명은 몸을 구부리면서 "우리는 그들이 그렇게 하기를 바라지 않습니다"고 속마음을 털어놓았다. 이것이 바로

33) 이 실험은 비교적 성공적이었지만 오래가지 못했다. 보너스에 입각한 프로그램에 끌려 조직된 노동 그룹들은 곧 (직장과 천공 담당자가 사라지고 그들 자신의 공구실이 없어지며 자신의 작업에 관하여 계획할 수도 없고 심지어 프로그래밍에 대한 교육을 받아야 하는) 새로운 환경에 적응했다. 사기는 향상되었으며 노동자의 이직과 결근, 그리고 불량품이 감소되었다. 그러나 그 실험에 대한 경영진의 열광은 계획 기간의 절반이 지나자 사그러들었고 결국 실험이 취소되었다. 회사는 그 실험을 작업장의 다른 영역과 다른 공장으로 확대하려는 노동조합의 요구로 그 프로그램에 소요되는 비용이 급격히 증가되었다고 주장했다. 그러나 그 실험을 충실히 지지했던 작업장 노동자 출신의 노동조합 사무국장은 실험의 종료를 다른 방식으로 해석했다. 즉 그 실험으로 경영진은 작업장에 대한 통제를 상실하고 있었다는 것이다.

기술 전개에 있어서 기술결정론의 배후에 숨겨진 실체이다.

작업장의 실체

기술의 진화는 생산의 사회적 관계를 반영하는 선택에서 비롯된다. 선택의 의미를 완전히 파악할 수 있다고 가정하는 것은 오류임에도 불구하고 우리는 선택의 실체를 어느 정도 추적할 수 있다. 그것은 기술 자체에서 이끌어낼 수 없듯이 기술의 저변에 깔린 의도에서도 완전히 밝혀지지 않는다.[34] 희망사항이 실제의 만족과 동일한 것은 아니다.

1903년에 존 브룩스(John G. Brooks)는 "사용자와 고용인의 갈등에서 '폭풍의 중심'은 대체로 과학과 발명이 산업에 응용되는 지점에 존재한다"고 지적하였다.[35] N/C를 선택한 사람과 그렇지 않은 사람에게는 N/C의 실체가 달라지는 것이다.

기계공의 노동조합이 오랜 역사를 가지고 있는 공장에서는 N/C의 도입이 획기적인 사건이었다. 1960년대에는 새로운 기계에 대한 파업이 만연하였는데, 그것은 지금도 여전하다. 예를 들어 G. E.의 몇몇 대규모 공장에서 파업이 발생하였고 매사추세츠(Massachusetts)의 린(Lynn)공장은 1965년 겨울에 한 달 동안 폐쇄되었다. 경영진은 자동화 기계와 순종적이고 잘 훈련된 노동자를 꿈꾸고 있었지만 그것은 단지 희망사항으로 끝나는 경향이 있었다.[36] 여기서 우리는 경영진의 세 가지 희망사

34) 이것은 Harry Braverman이 N / C를 논의하는 과정에서 범한 오류이다.

35) Montgomery, "Whose Standards?", ch. 4, p. 1에서 인용.

36) N / C와 같이 급속하게 진화하고 있는 기술을 연구하는 사람들에게 가장 중요하고 어려운 과제는 꿈과 현실을 구분하는 데 있다. 이러한 두 가지 영역이 기술자의 작업처럼 혼란스러운 곳은 거의 없을 것이다. 기존의 실체에 대한 비판은 전형적으로 미래에 대한 환상과 종종 대비된다. 현재는 항상 미래의 서곡으로서 '결점을 제거하는 시기' 혹은 전환의 국면으로 간주된다. 이러한 방식으로 그것은 엄밀한 비평에서 제외된다. N / C 기계가 저절로 작동하지 않으며 단순히 '버튼을 누르는 노동자'가 지속적으로 훌륭한 부품을 제작할 수 없다고 주장하는 것은, 유니메이트(Unimate) 로봇에 의한 N / C 기계의 자동 조작, 수많은 기계를 자동적으로 전송라인에 결합시키는 유연적 생산 체계(FMS : Flexible Manufacturing Systems), 공구 마모와 거친 주조 등을 교정하는 자동 센서에 입각한 자동 적응 제어, 한 대의 컴퓨터로 N / C가 설치된 공장 전체에 대한 통제를 중앙집권화하는 직접 수치제어 시스템(DNC : Direct Numerical Control Systems)을 언급하는 사람들을 좌절시킨다. 이러한 주장을 다루기 위해서는 세 가지 중요한 사항을 명심해야 한다.

첫째, 기술자들은 항상 미래에 대한 시야를 가져야 한다. 그것은 그들의 직업이다. 그들이 살고 있는 지식의 세계는 종종 산업적 실체와 무관하다. 예를 들어 1950년대 말의 기술 예언가들은 지금쯤이면 적어도 미국 공작기계의 75%가 N / C이며 완전히 자동화된 금속가공 공장도 출현할 것이라고 예견했다. 그러나 현재 N / C는 공작기계의 2% 미만을 차지하고 있으며 완전자동화 공장은 존재하지 않는다. 자기도취적인 예언가들과 마찬가지로 오늘날의 공학 및 사업 잡지도 믿을 만하지 못하다. 사회 분석가들은 역사적 경험이나 산업적 관행의 현실적인 추이에 조금도 주의를 기울이지 않고 상상에 입각한 기술변화의 놀라운 결과를 발췌하면서 이러한 예언을 단지 반복할 뿐이다. 비평가는 그들에게 반드시 다시 살펴볼 것을 요구해야 한다.

둘째, 과거의 경험에서 판단해 볼 때 새로운 실험적 시스템이 의도된 대로 작업장에서 기능하리라고 가정할 수 있는 이유는 거의 존재하지 않는다. 나는 FMS 시스템을 보유하고 있는 미국의 네 공장을 방문하여, 그 시스템의 경제적 정당화가 의심스럽고 작업중단 시간이 과도하며 시스템의 신뢰성이 컴퓨터 작동자의 고숙련·시스템의 표준·정비공의 능력에 많이 의존한다는 사실을 발견했다. 또한 그 시스템에 대한 차후 개발의 징조는 없었다. 신시내티(Cincinnati) 밀라크론(Milacron)에서 개발 중인 적응 시스템은 아직 실험적 단계에 있어서 그것이 작업장에 설치된 경우에는 기계의 복잡하고 민감한 부분이 수많은 정비의 문제를 유발하였다. 기술관료주의자들의 환상인 DNC는 자동 공장의 다른 이름에 지나지 않는 것으로서 지금은 대기업 경영진(그들의 안목은 실제적이기보다는 수사적이다)과 군부(이 경우에는 공군의 ICAM 프로그램)의 지원을 받고 있는 자기도취적인 컴퓨터 애호가들에 의해 선전되고 있다.

셋째, 현재의 생산방식에서 이러한 기술의 궁극적인 생존 능력은 지배적인 정치적·경제적 조건과 생산의 통제권에 관한 계급투쟁의 강도에 의존한다. 우리의 미래가 기술의 설계자나 광고주가 생각하는 것과 같다는 단순한 가정은 기술결정론

항, 즉 속도를 설정하는 '테이프 시간'의 사용, 기계 작동자의 탈숙련화, 은밀한 태업의 제거에 대하여 간단히 검토해 보자.

기본 속도를 설정하고 작업 수행과 산출고를 측정하기 위하여 테이프 시간을 사용하려는 초기의 희망은 비현실적인 것으로 드러났다. 한 N/C 작동자가 지적했듯이, 수동식 기계의 속도는 때때로 매우 빨랐지만 대체로 합리적인 범위 내에 있었던 반면 N/C의 속도는 "터무니없이 빠르고 실제적인 모든 관계를 벗어나 있어서 당신이 N/C의 속도에 적응하려면 아마 산산조각이 될 것이다." 광고와 달리 그 기계는 작동자가 반복적으로 개입하여 공구 오프세트를 조정하고 도구 마모와 거친 주조를 교정하며 프로그래밍 오류(예를 들어 드릴의 '무작위 구멍'과 같은 기계의 부작용은 물론 과열로 인한 평삭반의 요동)를 수정하지 않으면 내구성이 강한 부품을 생산할 수 없었다. 방금 인용했던 작동자가 컴퓨터 지원 금속가공의 놀라움에 관한 『뉴욕타임즈』(New York Times)의 기사에 대응하여 설명하였듯이,

> 금속을 임계 내성(耐性)까지 절단하는 것은 다루기 어렵고 이해하기 힘든 세부사항의 가변적인 집합을 지속적으로 통제하는 것을 의미한다. 드릴은 돈다. 분쇄기가 작동한다. 기계는 조금씩 미끄러져 나간다. 단단하게 보이는 금속주물도 자르기 위해 조여 놓으면 탄력이 생기고 풀면 뒤로 튕기므로, 납작한 칼날은 둥글어지고 제자리에 정확히 뚫린 구멍들은 다른 곳으로 움직인다. 텅스텐 카바이드(Tungsten Carbide) 절단기는 임계 구멍을 1 / 2000의 정도로 작게 만들면서 감지되지 않을 정도로 닳아 없어진다. 많은 변수 중에서 한 변수라도 변경되면 당신이 현대적 조각 공원의 후보로 제작하고 있는 완전한 부품이 몇 초 후에 변질된다. 금속절삭의 문제를 지속적이고 완고하게 다루고 있는 세대로부터 기계가공의 첫번째 법칙이 도출된다. "성공을 속단하지 말라."[37]

실제로 N/C는 자기 스스로 작동하지 않았다. 전기노동자연합(United Electrical Workers)이 1960년에 『자동화로의 안내』(Guide to Automation)에서 주장했듯이 새로운 설비는 과거의 것과 마찬가지로 손동작의 개입과 세부사항에 대한 주의깊은 관심을 요구하였다. 테이프 (주기) 시간에 설치·파괴 등의 한두 가지 표준적인 요소를 단순히 첨가하기만 하면 작업 수행에 필요한 시간이 결정된다는 공상과 (비록 몇몇 방법은 여전히 사람이 시도하지만) 테이프를 사용하여 실행을 측정한다는 희망은 처음부터 계속적으로 좌절되었다.

또한 기계 작동자의 탈숙련화도 두 가지 이유 때문에 예상했던 것처럼 발생하지 않았다. 첫째, 앞서 언급했듯이, 새로운 기계에 대하여 노동 등급과 속도를 부과하는 것은 유니언숍(union shop)에서 풀리지 않는 뜨거운 논쟁거리였다. 둘째, 노동조합의 인정 유무와 관계없이 N/C에 대한 숙련 요구를 결정하기 위해서는 자동화의 실제 정도와 기계의 신뢰도를 고려해야만 했다. 경영진은 단지 기계와 프로그래밍을 전적으로 믿을 수 없었기 때문에 (기계는 스스로 작동하지 않았으며 우수한 부품을 생산하지 않았다) 자신의 작업을 잘 알고 있는 노동자들을 보유해야만 했다. 또한 (심지어 마이크로프로세스가 없는 경우에도) 기계는 여전히 비싼 것이었고 기계의 파손은 엄청난 비용을 수반하였다. 따라서 많은 제조업자들이 처음에는 새로운 설비에 미숙련 노동자를 배치했지만 이내 자신의 실수와 과도한 등급 분류를 인정할 수밖에 없었다. (몇몇

을 강화하는 것으로서 여기서 제기된 모든 문제들을 무시한다. 게다가 그것은 기술과 기술이 체현하고 있는 목적을 지연시키거나 파괴하는 자유와 기술의 설계를 근본적으로 변경하여 기술을 자본축적과 경영진 및 대기업 세력의 확장이 아닌 다른 목적에 사용할 수 있는 자유의 영역을 거부한다. 예를 들어 CNC를 논의하고 있는 이 논문의 마지막 단락 "대안적 실체"를 보라.

간단히 말해서 미래에 대한 경쾌한 논의는 과거와 현재를 심각하게 (때로는 위험스럽게) 무시하는 기술자들의 오래 된 습관이다. 그들의 습관은, 비판적이고 구체적인 역사적 설명과 우리를 다소 불확실한 미래로 인도하는 현재의 상황에 대한 평가에 입각하여 판단되어야 한다.

37) Roger Tulin, "Machine Tools", *New York Times* (Apr. 2, 1978), p. 16.

지역에서는 보너스를 받는 가장 숙련된 노동자들이 N/C 기계에 배치되었지만, 언젠가는 숙련 요구가 저하하여 노동 등급과 일치할 것이라는 가정에 입각하여, 공식적인 등급 분류는 변경되지 않고 계속 사용되었다.) 생산에 관한 지식은 완전히 기계로 편입되지도 않았고 작업장을 벗어나지도 못했던 것이다. 그것은 여전히 작업장의 소유로 남아있었다.[38]

이것은 또 다시 우리에게 작업장 통제의 문제를 제기한다. 이론적으로는 프로그래머가 급송과 속도를 설정하는 테이프를 준비하여, 단순히 시작과 종료 버튼을 누르고 (표준 픽스쳐를 사용하여) 기계의 부하를 조정하는 작동자에게 넘겨준다. 앞에서 지적했듯이 이런 상황이 실제로는 거의 발생하지 않는다. 기계의 내성은 일반적으로 작동의 세부사항에 대한 긴밀한 주의와 급송 및 속도의 과부하를 조정하기 위한 빈번한 수작업을 요구한다. 기술의 이러한 측면은 경영진에게 통제의 문제를 다시 제기한다. 일반적인 공장에서 작동자가 생산고를 제한하기 위하여

38) 숙련 노동력의 부족은 경영진과 기술진에 의하여 N / C와 같은 노동절약형 기계의 도입을 정당화하는 근거로 인용되어 왔다. 그러나 노동력의 부족이 실제로 증명되거나 설명된 경우는 매우 드물다. 그것은 의문이 제기되지 않은 이데올로기적 가정으로 남아 있다. 노동력의 현황에 관한 인식은 상대적이다. 냉전 시기에는 공군과 항공산업의 요청에 견주어 볼 때 노동력이 부족한 것으로 인식되었다. 노동력의 부족은 현재나 미래의 필요와 관련지어 인식되기 때문에 자연적 현상이 아니라 (훈련 프로그램과 충분한 금전적 보상을 통하여 교정할 수 있는) 사회적으로 창출된 것이다. (예를 들어 대학 강사의 부족을 해결하기 위한 대부 프로그램을 통해 내가 대학에 가기 얼마 전에 교육 체계는 급속히 팽창하고 있었다.) 따라서 숙련 기계공의 마지막 세대가 급격히 퇴직하여 경영진이 N / C를 도입할 때 우리는 다음과 같은 의문을 제기해야만 한다. "그들의 보충 요원은 어디에 있는가?", "견습생 프로그램이 제거되거나 축소되는 이유는 무엇인가?", "왜 직업 과정은 기능공 훈련의 명목하에 젊은이를 '반숙련' 노동에 익숙하게 하는가?" 그것에 대한 실제적인 대답은 다른 곳에 있는 것이 아니라 새로운 기술을 보충하기 위하여 노동력의 부족이 창출된다는 데 있다. 그러나 다행스럽게도 자본에게는 완전히 제거되지 않은 숙련이 '미숙련'으로 분류된다.

(작업방법 담당자가 준비한) 작업용지의 규정을 수정할 수 있듯이 N/C 공장에서 작동자는 비슷한 목적으로 급송과 속도를 조정할 수 있다.

따라서 만약 당신이 작업장을 걸어가면 종종 급송 속도 과부하 다이얼이 테이프가 규정한 급송 속도의 70% 또는 80%로 설정되어 있는 것을 발견할 것이다. 이것은 은밀한 태업의 일종으로 몇몇 지역에서는 '70% 증후군'이라고 불린다. 이에 대처하여 경영진은 가끔 기계를 130%로 프로그램하고 작동자가 '계획 과정'에 관여할 수 없도록 과부하 다이얼의 잠금 장치를 설치한다.

상당한 양의 수작업이 복잡한 설비 자체의 비신뢰성에서 어느 정도 기인하는지는 평가하기 어렵지만, 그 기술이 작업장에 설치되면 각종 결함이 발생하는 것은 확실한 사실이다. 기계는 종종 예상된 행위를 수행하지 못하며 작업중단 시간은 여전히 과도하다. 태업과 마찬가지로 기술적 결함, 인간의 실수, 그리고 부주의가 문제점으로 부각된다. 코넥티커트 공장의 N/C 설비 관리자는 "나는 당신이 얼마나 많은 컴퓨터를 가지고 있는지에 관심이 없지만 그것은 여전히 천 가지 방법으로 당신을 질리게 한다"고 한탄하였다. 로드 아일랜드(Rhode Island)의 다른 관리자는 "당신이 N/C 기계에 사람을 파견해보면 그는 변덕스러워진다"고 불평했다.

작업장에서 효력을 가지고 있는 것은 경영진의 선택만이 아니다. 똑같은 적대적인 사회적 관계가 새로운 기술을 문제로 삼으며 그것을 전복시키기도 한다. 자본주의적 생산의 이러한 대립이 경영진에게는 '노동자 동기부여'의 문제로 나타난다. 노동자의 도전을 경영진이 수용하는 것은 "그들이 작업장에 대한 통제권을 가지지 않고 있으며 수익을 거두기 위해서는 여전히 노동력에 의존해야 한다"는 점에 대한 암묵적인 인정을 의미한다.

따라서 N/C의 설계와 배치가 제공된 작업장에서 생산에 대한 통제권을 빼앗으려는 사람들의 활동을 평가하는 데 있어서, 우리는 1971년에 두명의 산업기사에 의해 쓰여진 "N.C. 시대의 임금 유인의 사례"(A

Case for Wage Incentives in the N.C. Age)라는 제목의 논문을 고려해야 한다. 그것은 (컴퓨터의 사용 여부와 관계없이) 자본주의적 생산의 모순이 소멸되지 않았다는 점을 분명히 지적하고 있다.

> 자동화 시스템에서는 기계가 생산 주기를 기본적으로 통제하고 따라서 노동자의 역할은 현격하게 줄어든다고 주장된다. 이러한 추론의 오류는, 만약 작동자가 다양한 이유로 인하여 꾀병을 부리거나 기계를 지원할 수 없다면 투자에 대한 수익이 매우 많은 어려움을 겪게 된다는 데 있다.
>
> N. C. 기계의 설계와 배치에는 "N. C.가 일반 기계의 범위를 벗어나는 기계적 배열의 능력을 제공한다"는 기본 전제가 깔려 있다. 그 전제는 또한 작동자를 '탈숙련화'시킨다. 그러나 놀랍게도 인간적 요소는 기계의 사용을 최적화하는 데 있어서 계속적으로 주요한 요소로서 기능한다. 이것은 경영진에게 끊임없는 문제를 제기한다. 왜냐하면 투자에 대한 만족스러운 수익을 보장하기 위해서는 기계를 최대한으로 사용해야 하기 때문이다.[39]

동기부여의 문제는 다음의 문제로 요약할 수 있다. 25만 달러짜리 평삭반이 파괴되는 것을 보았을 때 '숙련' 혹은 '미숙련' 기계 작동자는 무엇을 해야 하는가? 그는 기계로 달려가서 긴급 위험 버튼을 누르고 절삭기로부터 작업조각을 수거하며 모든 기계를 차단한 후 자리에 앉아서 "내일은 작업이 없겠구나" 하고 혼자서 생각할 수 있다. 코넥티커트의 다른 공장의 관리자가 표현했듯이 그 상황은 경영진을 모든 자본가들이 직면하는 궁지와 모순으로 몰아넣는다. 한 동료는 대화에 끼어들면서 자부심을 가지고 그들이 개발한 정교한 절차를 설명했는데, 그 절차는 모든 생산의 변경은 비록 사소한 사항이라도 산업기사에 의해 승인되어야 한다는 것이었다. 그는 "작업장에서는 모든 결정이 절대로 이루어질 수 없기를 바란다"고 주장했다. 즉 작동자는 감독관의 문서화

39) Martin Doring and Raymond Salling, "A Case for Wage Incentives in the N. C. Age", *Manufacturing, Engineering and Management* 66 (1971), p. 31.

된 인가가 없이는 공정표에서 어떤 변경도 가할 수 없게 되어 있었다. 그러나 잠시 후에 그는 유리로 가려진 사무실에서 작업장을 바라보고는 기계의 신뢰성, 부품과 장비의 비용을 생각하면서 확신에 찬 목소리로 "우리는 생각할 수 있는 노동자를 필요로 한다"고 강조하였다.

대안적 실체

작업장의 실체는 기술뿐만 아니라 생산의 사회적 관계에 의해서 결정된다. 앞에서 살펴보았듯이 전자가 후자를 규정하는 것과 똑같은 정도로 후자는 전자를 형성한다. 지금까지 우리는 새로운 기술을 도입했던 경영진의 의도가 현실적으로 실현되지 못했던 방식만을 검토하였다. 그러나 이것은 사회적 관계가 노동에게 '부정적인' 역할을 부과하는 이야기의 일부분에 지나지 않는다. 강력한 적에 대하여 방어적 자세를 채택해 왔던 미국 노동조합 운동은 다른 부분(예를 들어 직업의 안정, 임금, 사회보장 등)에 집중하여 이익을 얻기 위하여 특정한 투쟁(예를 들어 지금은 경영진의 '특권'으로 되어 있는 생산에 관한 의사결정)에는 관심을 기울이지 않는다. 이에 따라 기술변화에 관한 노동자들의 대응은 일반적으로 사후적인 저항에 국한된다. 이것은 노동자의 선택이 설계 및 배치의 단계에서 고려되지 않으며, 따라서 노동자의 이익이 기술에 반영되지 않는다는 것을 의미한다. 그러나 미래지향적이고 세련된 노동운동은 경영진이 합리화와 자동화를 강력히 추진하는 것에 대처하여 수동적인 역할을 넘어서서 설계 및 배치의 단계에서 적극적인 목소리를 내기 시작했다. 어떤 N/C 작동자는 다음과 같이 주장했다.

> 자동화의 도입은 더욱 흥미로운 직무로 이동할 수 있는 전망 대신에 숙련의 평가절하나 심지어 해고의 위협을 의미한다. 그러나 노동조합이 추구할 수 있는 대안은 존재한다. 우리는 기술변화의 결실을 노동자와 경영진이

분배할 수 있는 입장을 확립해야 한다. 우리는 기계가 복잡할수록 기계공이 더 많이 필요하다고 요구하여야 한다. 따라서 기계공의 직무를 분할할 것이 아니라 기계공이 프로그래밍 교육을 받고 새로운 장비를 수리할 수 있어야 한다.

이러한 요구는 많은 단체 협약에서 경영진의 특권 조항으로 존재했던 것의 중심부를 강타한다. 따라서 자동화를 효과적으로 다루기 위해서는 기업적 노동조합의 주요한 요소, 즉 "경영진이 사업을 운용하도록 내버려 두어라"는 관념에 의문을 제기하여야 한다. N.C. 장비의 도입은 우리가 그러한 관념과 싸워야 할 긴급한 필요성을 부각시킨다.[40]

이러한 도전의 실제적인 잠재력은 N/C 기계의 최신 세대인 컴퓨터 수치제어(CNC : Computer Numerical Control) 시스템의 배치 현황에 의해서 가장 잘 설명될 수 있다. CNC 기계는 소형 컴퓨터 제어 단위와 함께 설치된다. 마이크로프로세서의 출현에 의해 그것은 기계 자체에 있는 12개 가량의 테이프에서 정보를 저장할 수 있으며 프로그램의 일부분을 즉각 복구할 수 있다. 더 중요한 것은 테이프의 정보를 조작하거나 편집할 수 있어서 작동 절차의 변경과 추가 및 삭제가 가능하다는 점이다. 변경이 완료되고 부품이 운용되면 그 기계는 회사 도서관에 영구히 보관되는 '수정된' 테이프를 제작한다. 이러한 기술을 사용하여 작업장에서 테이프를 편집하고 작업용 기억매체에서 테이프를 제작할 수 있다. 심지어 몇몇 시스템에서는 콘솔(매뉴얼 데이타 입력으로 불리는 MDI)의 키보드에서 필요한 정보를 천공하거나, 기계 자체를 이동시켜 첫번째 부품을 만든 후 각 정보에 진입함으로써 다소 복잡한 윤곽에 대한 프로그램도 기계에서 즉시 제작할 수 있다. (물론 이러한 특징은 최신화된 디지탈 형태에서 녹음재생의 개념을 다시 도입하고 있다.)

극소전자 혁명에 의해 가능해지고, (CNC가 공장의 주요 장애물인 소프트웨어 준비의 과도한 요구를 제거하기 때문에) 광대한 직업 시장에

40) Frank Emspak, "Crisis and Authority in the Seventies", Unpublished Manuscript.

침투하려는 공작기계 제조업자와 (CNC가 테이프 수정과 편집을 용이하게 하기 때문에) 극복할 수 없는 소프트웨어 프로그램의 문제를 회피하려는 대규모 금속가공 공장에 의해 도입된 새로운 CNC 기술은 이전에는 볼 수 없었던 작업장의 전체적인 통제력을 N/C에게 부여하고 있다.

그러나 미국의 대규모 금속가공 공장이 점차 CNC 설비를 도입하고 있지만 작업장 통제에 관한 잠재력은 결코 실현되지 않고 있다. 메사츄세츠 린의 G. E. 공장은 전형적인 사례를 제공한다. 기계 작동자가 새로운 CNC 기계에서 프로그램을 편집하도록 허용되지 않았음에도 불구하고 (감독 참모와 프로그래머만이 프로그램을 편집할 수 있다) 작업장의 통제는 자주 고착상태에 빠진다. 경영진은 작업장에 대한 통제권을 상실하거나 노동 분류와 임금 체계에 혼란이 생기는 것을 두려워하고 있다. 프로그래머는 작동자가 프로그래밍에 필요한 훈련과 경험을 충분히 보유하지 못하는 경우를 두려워한다. (적어도 몇몇 작동자는 이러한 기능이 자신의 지적 능력을 능가한다고 주장한다.) 작동자에게 있어서 이러한 시스템의 결점은 명백하다. 그러나 경영진에게는 생산품의 낮은 품질이나 과도한 기계 정지 시간과 같은 문제점이 다소 명백하지 않다. 만약 프로그램에 결함이 있고 작동자가 필요한 조치를 취할 수 없으면 (혹은 그것이 허용되지 않는다면) 생산되는 부품에는 결함이 많을 것이다. 두번째와 세번째 이동 단계에서 프로그래밍의 문제로 기계의 작동이 중단된다면 프로그래머가 없는 야간에는 기계가 작동되지 않아서 생산성에 심각한 차질이 생길 것이다.

노르웨이의 콩스베르크(Kongsberg)의 국가 소유 무기공장의 상황은 매우 다르다. 그 공장은 G. E.와 거의 비슷한 수의 종업원과 비슷한 생산 라인(항공기 부품 및 터빈 생산 라인)을 보유하고 있고, 비슷한 군사적·상업적 고객을 확보하고 있으며, 더 중요하게는 (비록 일본 제품보다는 유럽 제품을 선호하긴 하지만) 똑같은 유형의 CNC 기계를 보유하고 있다.[41] 그러나 노르웨이에서는 작동자가 안전성·효율성·품질·편리

성에 대한 자신의 기준에 따라 모든 편집을 수행하며, 가끔 프로그램의 전체 구조를 변경하기도 한다. 그들이 프로그램에 만족하고 부품의 생산이 완료되면, 그들은 버튼을 눌러 수정된 테이프를 제작하여 프로그래머의 승인을 받은 후 그것을 도서관에서 영구히 보관한다.

모든 작동자는 N/C 프로그래밍 교육을 받기 때문에 프로그래머와의 갈등의 소지가 적다. 프로그래머는 고객을 직접 상대하며 매우 복잡한 항공기 부품의 APT 프로그래밍을 대부분 담당한다. 기계 작동자는 프로그래머가 전문가이고 유능하다는 사실을 인정한다. "작동자가 자신의 훌륭한 프로그램에 쓸데없이 참견하지 않느냐?"는 질문에, 한 프로그래머는 "작동자는 매우 잘 안다. 그는 부품을 실제로 제작하는 사람으로서 안전성 및 편리성에 관련된 특수한 요소에 매우 익숙해져 있다. 또한 그는 그의 기계에 대한 프로그램을 최적화하는 방법을 가장 잘 알고 있다"고 주저없이 대답하였다.

이러한 상황은 노르웨이에서도 특별한 경우에 해당한다. 그것은 많은 요소들의 결과이다. 철강노동자조합(Iron and Metalworker's Union)은 노르웨이에서 가장 강력한 산업별 조합이고, 콩스베르크의 지역 '클럽'은 단결되고 균질적인 노동자 계급의 공동체를 표방하면서 그 지역의 산업적·정치적·사회적 생활에 강력한 힘을 행사한다. 그 공장은 전자공학 분야의 지주회사로서 국가 정책적 중요성을 가지고 있으며 첨단기술의 중심지이다. 또한 노르웨이의 사회민주당 정권은 노동 조건과 관련된 문제에 노동자가 참여할 것을 고무해 왔으며 노동조합에게 정보의 권리를 부여해 왔다. 지역 '클럽'은 지난 7년 동안 '노동조합 참여 프로젝트'에 간여해 왔는데, 그것의 목적은 컴퓨터 지원 생산기술의 도입에 초점을 두면서 노동자의 통제권을 개발하는 데 있었다.

1971년에 철강노동자조합은 (기계가공은 물론 생산, 계획, 재고 분야

41) 노르웨이 콩스베르크의 상황에 관한 논의는 노동조합의 프로젝트에 참여한 사람과의 서신 교환과 개인적인 접촉, 그리고 1978년 10월에 연구 목적으로 스칸디나비아를 방문한 것에 입각하고 있다.

를 관리하는) 새로운 컴퓨터 지원 및 통제 시스템의 예기치 않았던 도전에 직면하여 노동자의 통제권을 확보하기 위한 일련의 조치를 취했다. 그들은 새로운 기술을 연구하기 위하여 경영진의 협조없이 스스로의 힘으로 정부가 운영하는 노르웨이전산센터(Norwegian Computing Center)를 설립하는 데 성공하였다. 전례없는 이러한 노력의 직접적인 결과로 컴퓨터 기술이 노동조합에게 알려졌고 노동조합은 컴퓨터 과학자들에게 인식되었다. 노동조합의 새로운 기술에 대한 안목은 더 높아졌고, 기술진들은 노동조합의 필요성과 훈련에 더욱 공감하였다. 그 결과 공장 관리인에 의해 쓰여진 새로운 기술에 관한 많은 교재가 출판되었고, 노동조합에는 '공장 자료 관리인'(data shop steward)이라는 새로운 자리가 설치되었으며, 노동조합이 기술에 관한 결정에 참여할 권리를 개관한 (개별 회사와 지역 '클럽' 사이 및 전국 노동조합과 사용자 연합 사이의) '자료 협정'(data agreement)이 공식적으로 체결되었다.

콩스베르크 공장은 노동조합의 참여가 보장된 최초의 장소였다. 여기서 이전에 조립 노동자였던 공장 자료 관리인은 새로운 시스템을 이해하고 비판적으로 검토하는 책임을 맡았고, 다른 노동자는 공장 자료 관리인이 기술이나 경영진의 노예가 되어 작업장 노동자의 이익이 무시되지 않도록 공장 자료 관리인의 활동을 감독하였다. 이것은 노동조합과 경영진이 조화롭게 협동한 결과도 아니었고 경영진이 노동자에게 동기를 부여하기 위해 고안한 직무확충 계획도 아니었다. 공장 자료 관리인(나아가서는 노동조합)의 임무는 정보와 통제에 관한 투쟁에 효율성과 정교함, 그리고 열정을 가지고 참여하는 데 있었다.

예를 들어 경영진이 새로운 컴퓨터 지원 생산 시스템을 도입하려고 계획할 때 노동조합은 (오랜 경험에 입각하여) 제안된 설계가 노동자의 이해관계와 반드시 일치하지 않는다고 생각한다. 공장 자료 관리인과 그의 동료들은 그 시스템이 (종종 노동자에 의해 성공적으로 저지된 통제 메카니즘을 다시 도입하려는 위장된 시도이기 때문에) 노동자의 자유나 통제권을 제한하는 행위를 포함하지 않도록 그것을 사전에 충분

히 학습하고 철저히 검토해야 한다. 그러한 행위를 규정하고 그것의 제거를 요구하는 일은 노동조합에 달려 있다. 간단히 말해서 노동자의 요구가 충족되도록 그 시스템을 다시 조절하는 것은 노동조합의 조합원들에 대한 임무이다. 콩스베르크에서는 노동조합이 오랜 투쟁 끝에 승리를 거두어 작업장 노동자가 컴퓨터 지원 생산 및 재고 시스템에 완전히 접근할 수 있었다. CNC가 기계가공의 자동화를 통하여 작업장 통제에 접근했듯이 작업장 노동자의 활동 범위를 확대함으로써 컴퓨터 지원 생산 시스템은 경영진의 역할을 제거할 수 있었다. 이처럼 기술이 공장에 실제로 채택되는 과정은 기술 자체의 속성보다는 특정한 생산 과정에 개입된 정치적·경제적 환경과 생산의 통제에 관한 투쟁에 참여하는 세력들의 상대적인 힘과 정교함에 의존하는 것이다.

생산의 사회적 관계는 다른 요소와 마찬가지로 생산기술을 형성한다. 사회적 관계가 달라지면 설계도 달라지고 배치도 달라진다. 물론 생산의 사회적 관계 자체도 더욱 더 거대한 조건(예를 들어 정치적·경제적·문화적 환경, 노동 시장, 노동조합의 전통과 세력 정도, 국제적 경쟁과 투자 자본의 흐름)에 의해 형성된다. 이러한 요소들은 항상 투쟁의 조건에 영향을 미치고 투쟁의 한계를 규정한다. 그러나 투쟁의 한계와 사회적 조건이 무엇이든지 간에 기술적 가능성은 여전히 잔존한다.

미국의 전기화

—시스템 건설자로서의 에디슨*1)

I

이사이 베를린(Isaiah Berlin)은 『고슴도치와 여우』(The Hedgehog and the Fox)에서 "여우는 많은 것을 알지만 고슴도치는 한 가지 큰 것을 안다"는 그리스 시인 아르칠로쿠스(Archilocus)의 말을 인용하였다. 미국의 전기화(電氣化)에 관한 이 논문은 고슴도치에 관한 것이다. 베를린은 고슴도치를 "모든 것을 하나의 중심적인 전망, 즉 일관적이고 정교화된 시스템으로 통합하는 사람"으로 기술하였다. 이와 반대로 여우는 "종종 무관하고 심지어 모순적인" 많은 목적을 추구한다. 베를린은 단테(Dante), 플라톤(Plato), 루크레티우스(Lucretius), 파스칼(Pascal), 헤겔

---

* 출처 : Thomas P. Hughes, "The Electrification of America : The System Builders", *Technology and Culture* 20 (1979), pp. 124-161, esp. pp. 124-139. Reprinted in Donald MacKenzie and Judy Wajcman, eds., *The Social Shaping of Technology : How the Refrigerator Got Its Hum* (Milton Keynes and Philadelphia : Open Univ. Pr., 1985), pp. 39-52.

1) 이 논문은 Thomas P. Hughes, *Networks of Power : Electrification in Western Society, 1880-1930* (Baltimore : Johns Hopkins Univ. Pr., 1983), chap. 2 (pp. 18-46)에 다소 다른 형태로 실려 있다. - 편주.