수작업을 고려한 배달 우편물 자동구분 효과 개선 방안 연구

A Study on the Effect of Handwork upon Automatic Delivery Sequence Sorting

김병근, 장태우, 왕승진, 이성준, 김호연

한국전자통신연구원 우정기술연구센터

Abstract

배달할 우편물을 경로에 따라 자동 정렬하는 순로구분기의 연구개발이 완료단계에 있어 이를 현장에 도입하고자 하는 계획이 수립되고 있다. 순로구분기는 우편물 영상 처리, 한글주소 인식, 코드 부여, 구분기 제어 등의 기능이 복합되어 작동되며, 구분성공률에 따라 자동 순로구분 작업 이후의 추가 수작업의 양이 달라진다. 본 연구에서는 수작업 처리를 고려하여 자동화 효과를 개선하기 위한 방안을 전체 작업소요시간을 중심으로 제시하고 각 방안의 장단점을 비교한다. 먼저 자동화기기를 도입했을 때의 순로구분 작업을 분석한 후, 주소 인식 성능을 보완하는 비디오코딩 작업을 포함하는 경우와 배달점 소그룹까지만 구분(중구분)하는 경우에 대해 분석하여 비교한다. 분석 결과는 향후 순로구분기 도입시의 운영 효과를 높이기 위한 실행방안을 마련할 때 활용될 것이다.

1. 서론

우정사업본부는 1985년 서울우편집중국 건설을 시작으로 2002년까지 22개 우편집중국(이하 집중국)과 1개 운송교환센터를 건립하여 우편물류 효율화의 기초를 닦았다. 그러나 집중국에서 도착한 우편물은 집배기능을 담당하는 우체국(이하 집배국)에서 집배원들이 수작업으로 구분하여 순서대로 정리하고 있고, 이 작업이 대략 2~3시간 이상이 소요되어 집배원들의 업무 부담을 가중시켜 왔다.

이러한 배달 업무의 효율화를 위해 미국, 독일, 일본, 프랑스와 같은 우정선진국에서는 일찍부터 우편물을 집배원의 배달 순서대로 자동 구분하기 위한 순로구분 자동화 사업을 완료했고 지속적으로 개선작업을 추진중이다. 국내에서도 순로구분 시스템에 대한 연구개발이 완료단계에 있어 이를 현장에 도입하고자 하는 계획이 수립되고 있다. 현재 연구개발 결과인 순로구분기 실용품을 집배국에 배치하여 시범사업을 진행중이다.

집중국에 배치되어 있는 기존의 서장구분기는 정형화된 우편번호 숫자를 인식하고 시스템에서 인식하지 못한 경우에는 사람이 우편영상을 보며 번호를 입력해주는 비디오코딩 작업을 통해 결과를 입력해준다. 숫자만을 인식하므로 인식률이 높고, 기구적으로 10~15초 정도의 여유 시간만 확보되면 실시간으로 비디오코딩이 가능하므로 인식기의 처리율을 심각하게 고려할 필요가 없었다. 전체 처리율은 99% 이상이 된다.

순로구분기는 우편물에 기재된 모든 주소 문자들을 인식하고 해석해야 하므로 처리율이 상대적으로 낮은 편인데 해외 사례를 참고하면 대략 80~85% 정도이다. 게다가 서장구분기와는 달리 주소 문자열에 대한 비디오코딩 소요 시간이 길어 실시간으로 비디오코딩 결과를 구분에 적용할 수 없어 한 번에 처리할 수 있는 물량은 주소 인식기의 처리율에 따라 결정된다고 할 수 있다.

주소 인식에 실패한 우편물에 대해서는 두 가지 방법으로 처리할 수 있다. 개별 우편물에 ID 바코드를 인쇄한고 비디오코딩을 통해 그 결과를 저장한 뒤 해당 우편물을 재투입하여 처리하는 방법과 수작업으로 처리하는 방법이 있다. 이렇게 개별적으로 구분된 우편물은 집배원이 별도로 관리하여 배달하거나, 기계 구분된 물량과 비디오코딩을 통한 재구분 또는 수작업 구분한 물량을 배달 순서에 맞춰 합하는 순로결합 작업을 마친 다음 배달하게 된다.

이와 같이 자동구분기를 다수 도입하더라도 기계 처리율에 따라 추가 수작업을 고려할 수밖에 없다. 네덜란드, 프랑스 등에서도 순로구분 자동화의 경제적인 효과가 예상보다 낮은 점에 주목하여 원인에 대해서 다각적으로 검토하였는데 그 원인들 중의 하나로 순로결합을 꼽고 있다.

순로구분 자동화를 위한 우편물 영상 처리 및 주소 인식(김호연, 2003), 설비 개발 현황(송재관, 2003), 운영 방안 평가(Lim, 2005), 주소 데이터베이스 구축 및 관리(장태우, 2005) 등과 같은 시스템 및 방안들에 대한 기존의 연구들이 간과했던 점이 순로결합 작업과 같은 수작업과의 연계 부분에 대한 것이라고 할 수 있다. 현재 구분기 운영 프로세스에 대한 부분까지는 정리된 바 있으나(우정, 2005), 수작업을 고려한 작업 처리량이나 시간에 대해서는 분석이 부족한 상태이다.

본 논문에서는 순로결합 또는 비디오코딩과 같은 수작업이 순로구분 자동화에 어떤 영향을 미치는지 살펴보고, 순로구분 자동화 효과를 개선하기 위해 어떠한 방안을 마련하여 적용할 것인지에 대해 살펴본다.

먼저 2절에서 순로결합의 효과를 분석하기 위해 순로구분 작업에 소요되는 각 단계와 시간을 바탕으로 작업소요시간에 대한 모델을 설계한다. 모델을 바탕으로 주소 인식기의 처리율에 따른 순로구분기의 작업처리량을 알아보고, 3절에서 구분성공률이 순로구분 자동화에 미치는 영향을 순로결합 관점에서 살펴본다. 4절에서 주소 인식기의 처리율

을 보완하는 방법으로 수작업 비디오코딩을 도입할 경우의 처리 효과에 대해 비디오코딩 도입을 위한 전제조건과 함께 살펴본다. 순로구분기를 배달점 소그룹까지 구분하는 활용 방안을 5절에서 제시하고, 6절에서 각 방안에 대해 비교한 후 7절에서 결론을 맺고 추후 연구과제를 제시한다.

2. 순로구분 작업 분석

현재 집배원들에 의해 이루어지는 수작업 순로구분 작업은 크게 대구분, 중구분, 소구분을 통해 이루어진다. 대구분은 집배국에 도착한 우편물을 다수 집배원으로 구성되는 집배팀 또는 집배원 개인에 따라 구분하는 것이며, 중구분은 집배원들이 다수의 배달점을 한번에 처리하지 못해 편의상 소그룹으로 나누어 중간 단계로 구분하는 것이며, 소구분은 중구분된 우편물에 대해서 세부 정렬하는 것이다.

일반적으로 대구분은 집중국에서 이루어지지만 집중국에서 처리되지 못한 대구분은 집배국에서 파트타이머 등에 의해서 이루어지고, 집배원은 중구분과 소구분만 담당한다. 일반적으로 집배원 1명이 최종 순로구분까지는 시간당 600통을, 중구분은 시간당 1,500통을 작업할 수 있다고 알려져 있다.

처리해야 할 우편물의 수를 N이라 하고, 우편물 1통을 중구분, 소구분하는데 소요되는 단위 시간을 각각 p_{draft}, p_{detail}이라고 정의하면, 아래와 같이 두 가지 값을 각각 얻을 수 있다.

$$3600 = 600\,(p_{draft} + p_{detail})$$

$$p_{draft} = \frac{3600}{1500} = 2.4\ (sec/pcs)$$

$$p_{detail} = \frac{3600 - 600\,p_{draft}}{600} = 3.6\ (sec/pcs)$$

소구분에 소요되는 시간이 중구분에 소요되는 시간보다 큰 이유는 구분하는 방법이 다르기 때문이다. 중구분은 수십여 칸으로 구성된 수작업 구분대의 각 칸에 우편물을 넣으면 되지만, 소구분의 경우 별도의 작업대가 없이 우편물 사이에 끼워 넣어 정렬해야 하기 때문이다.

순로구분기를 이용한 순로구분 작업은 구분기 유형에 따라 2패스 또는 3패스에 의해 기수정렬 방법을 통해 완료된다. 구분칸 개수가 적은 스태커 타입의 순로구분기의 경우 3패스를 통해, 빈 타입의 경우 2패스를 통해 순로구분이 가능하므로 패스의 수(n)를 작업 시간에 고려해야 한다. 한 패스는 준비, 투입, 에러 처리, 오버플로 처리, 정리 작업의 5단계로 구성되며, 각 패스별로 구분성공률의 변화에 따른 물량 차이로 작업시간의 차이가 발생한다.

기계 조작 및 구분 작업이 안정화된 이후에는 오버플로 및 에러가 거의 발생하지 않기 때문에 본 연구에서는 오버플로 및 에러 처리 작업을 제외한 작업만을 고려한다. 따라서 순로구분 소요 시간(t)은 패스 당 3개 작업에 구분기 동작 시간을 더하여 나타낼 수 있다.

$$t = \sum_{k=1}^{n} \left(t_k^{setup} + t_k^{feed} + t_k^{unload} + t_k^{machine}\right)$$

순로구분기 동작 시간은 순로구분 시스템의 주소인식 및 기구부 제어 성공에 따른 구분성공률(r)에 따라 패스별로 차이가 있다. 또한 구분기의 시간당 기계적 처리량(Q)에 반비례하므로 아래와 같이 표현된다.

$$t_1^{machine} = \frac{N}{Q} \times 3600$$

$$t_k^{machine} = \frac{Nr}{Q} \times 3600,\ k = 2\ or\ 3$$

이후부터는 현재 연구개발 결과로 시범사업이 진행중인 빈 타입 순로구분기에 대해 2패스의 경우(n=2)에 대해서 작업 시간을 고려하도록 한다.

준비 시간은 물량에 비례하지 않은 상수이지만, 투입 시간과 정리 작업 시간은 처리 물량에 비례하는 값을 가진다. 준비시간을 A, 투입 및 정리 작업 단위시간을 B라 하면, 순로구분에 소요되는 시간(t)과 1통당 소요되는 단위 시간(p)은 아래의 식으로 표현할 수 있다. 구분기의 성능이라 할 수 있는 기계적 처리량이 높을수록 순로구분 시간이 적게 소요되는 것은 당연하다고 할 수 있다.

$$t_1 = A + BN + \frac{3600N}{Q}$$

$$t_2 = A + BNr + \frac{3600Nr}{Q}$$

$$t = t_1 + t_2 = 2A + N(1+r)\left(B + \frac{3600}{Q}\right)$$

$$p = \frac{t}{N} = \frac{2A}{N} + (1+r)\left(B + \frac{3600}{Q}\right)$$

위의 식을 바탕으로 순로구분이 완성되는 작업처리량(Q_{work})을 구하면 아래와 같다.

$$Q_{work} = \frac{3600}{p} = \frac{3600}{\frac{2A}{N} + (1+r)\left(B + \frac{3600}{Q}\right)}$$

시범사업을 진행중인 빈 타입 순로구분기의 운용 작업 시간 측정 결과에 따르면, A=161, B=0.0346 정도이다(우정, 2005). 참고로 이는 작업자의 미숙함과 구분기의 안정화 작업이 미비한 점을 고려하지 않은, 다수 측정 시간에 대한 선형 회귀 결과값이다. 향후 측정 횟수를 늘려 작업 시간에 대한 정확성을 확보할 필요가 있으며, 에러 발생이나 오버플로에 대한 사건 발생 분포를 고려하여 모형에 추가할 필요가 있으나 본 논문에서는 모델의 단순성을 유지하고자 고려치 않고 추후 연구과제로 남겨두었다. 구분성공률을 80%로 가정했을 때 한 번에 처리하는 물량에 따라 <그림 1>과 같은 작업처리량을 보인다. 참고로, 도입된 구분기의 기계적 처리량은 시간당 32,000통이다.

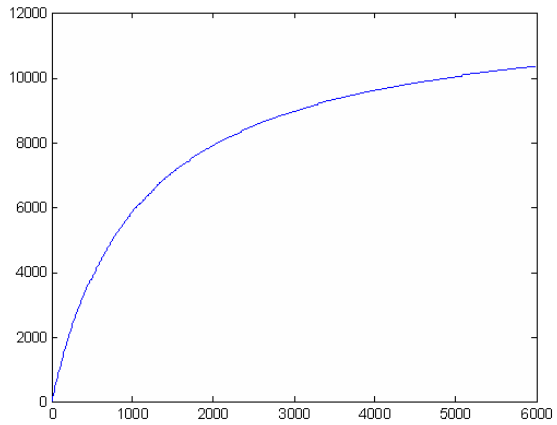

그림 1. 처리물량 변화에 따른 구분기 작업처리량

작업처리량은 한번에 처리하는 물량이 많을수록 높아지지만 구분칸 적재 용량의 제한이 있어 한번에 처리하는 물량이 증가할수록 작업처리량의 증가가 둔화되는 것을 볼 수 있다. 현재 운용중인 구분기의 적정 용량은 3,000통 정도이므로 이에 따르면 작업처리량이 9,674pcs/h가 되며, 구분 성공한 물량만을 단순 비교하면 수작업 구분 처리량의 16배에 해당한다.

3. 순로결합 효과 분석

서론에서 언급한 바와 같이 본 연구에서는 수작업 순로결합을 고려한 작업 처리량과 시간에 대해 분석한다. 순로구분기에 탑재되는 주소인식 시스템이 우편물의 주소를 100% 해석하기는 거의 불가능하며, 우편물 상태 불량이나 기계 처리 오류, 이중 급지 등으로 인해 일부 우편물은 기각 처리된다. 이러한 우편물은 서론에 언급한 바와 같이 별도로 구분되어 기계 구분된 우편물들 사이에 끼워 넣는 순로결합 작업을 거쳐야 한다.

이와 같이 구분성공률에 따른 수작업 물량에 대한 순로결합 시간($t_{binding}$)을 고려하면, 작업 처리시간(t')과 작업처리량(Q_{work}')은 아래와 같이 수정할 수 있다.

$$t' = t + t_{binding}$$

$$t_{binding} = N(1-r)p_{binding}$$

$$Q_{work}' = \frac{3600N}{t'}$$

$$= \frac{3600}{\frac{2A}{N} + (2-r)\left(B + \frac{3600}{Q}\right) + (1-r)p_{binding}}$$

1통당 순로결합 시간($p_{binding}$)에 대해서는 정확한 수치가 알려져 있지 않으나 수작업 물량이 적은 경우에는 소구분과 유사한 방식으로 처리하므로 구분성공률이 충분히 높은 경우에는 p_{detail}과 유사하다고 가정할 수 있다. 반대로 구분성공률이 낮은 경우에는 수작업 구분과 유사하게 중구분과 소구분의 2단계로 처리될 것이다. 그러나 구분성공률이 낮은 경우에는 순로구분 자동화의 의의가 없을 뿐만 아니라, 현재 개발된 시스템의 경우 80% 이상의 성공률을 보이므로 본 논문에서는 처리율이 충분히 높다고 가정한다. $p_{binding} = p_{detail}$로 하고 처리물량이 3,000통일 때 위의 식을 구분성공률의 변화에 따라 그래프로 나타내면 <그림 2>와 같다.

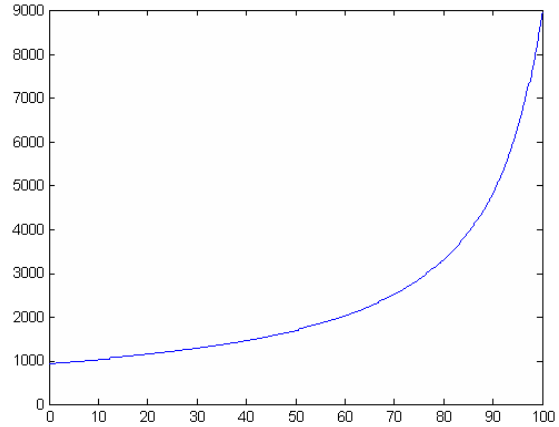

그림 2. 구분성공률에 따른 순로결합 작업처리량의 변화

한번 작업할 때 3,000통의 우편물을 처리한다고 가정할 때, 구분성공률이 80%인 경우 남은 20% 물량에 대한 수작업 순로결합까지 고려한 작업처리량은 3,296pcs/h로서 수작업 순로구분에 비해 5.5배의 효율을 나타내게 된다. 그러나 처리율이 90%로 높아지면 수작업 물량이 많이 줄어들게 되므로 전체 작업처리량은 4,820pcs/h로 80%일 때보다 1.5배 가까이로 크게 증가하게 된다.

이와 같이 <그림 2>를 통해 구분성공률이 순로구분 자동화 효과에 미치는 영향이 크다는 점을 알 수 있다. 특히 구분성공률이 1에 가까워질수록 그 효과는 기하급수적으로 증가한다.

현재 시범사업중인 순로구분 시스템의 하위 시스템인 한글 주소인식 시스템의 경우 필기체 우편물은 기각 처리하고 있는데, 전체 물량의 10% 정도를 차지하는 필기체 우편물에 대해 문자인식을 통해 자동 처리율을 높이게 되면 전체 작업처리량이 크게 증가할 수 있으므로 이에 대한 고려가 필요하다. 예로 필기체 인식률이 50%이면 최종 구분성공률이 5% 상승한다고 할 수 있다.

4. 비디오코딩 효과 분석

순로구분을 자동화한 우정선진국들의 경우 주로 발송 집중국에서 주소를 인식하여 배달점코드를 바코드의 형태로 우편물에 인쇄한다. 주소인식 시스템이 해석하지 못한 주소는 구분기에서 스캔된 우편영상을 보며 비디오코딩 작업자가 직접 주소 문자열을 입력하는데, 이러한 작업은 발송 집중국 또는 원격 코딩센터에서 이루어진다. 따라서 집중국 및 집배국에 설치된 순로구분기는 대부분 주소인식 시스템 대신 바코드만을 판독하여 순로구분 작업을 수행하는 바코드 순로구분기로 구성되어 있다.

그러나 국내에서는 도입 초기에는 순로구분기를 집배국에 설치하여 분산형으로 운영할 가능성이 높은데 이 경우 집배국에 바코드 구분기가 아닌 주소인식 시스템이 탑재된 구분기가 설치된다(우정,

2002). 이 경우 주소인식 시스템이 판독하지 못한 우편물을 어떻게 처리할지 결정해야 한다.

주소인식 시스템에서 기각된 우편물은 비디오코딩 시스템에서 처리하여 기계 입력이 가능한 모든 우편물을 자동 처리하거나 3절에서 언급한 바와 같이 추가 수작업을 통해 순로결합 처리하는 방법이 있다.

구분성공률이 충분히 높아 기각 우편물량이 적어 1패스 작업이 끝남과 동시에 비디오코딩 작업이 완료된다고 가정하면 순로구분 작업에 추가적으로 소요되는 시간은 재투입으로 인한 구동시간밖에 없다. 그러나 1패스 작업이 끝날 때까지 비디오코딩 작업이 완료되지 않는다면 비디오코딩이 끝날 때까지 2패스 작업의 시작시간이 지연될 수밖에 없다. 1패스에서 기각된 우편물의 비디오코딩이 끝나게 되면 비디오코딩 결과를 구분하기 위한 추가 작업 시간(t_{VC})이 소요된 후 2패스에서는 다시 모든 우편물을 순로구분하게 된다.

대체로 비디오코딩 작업 시간이 구분기 동작 시간에 비해 많이 느리기 때문에 구분성공률이 100%에 가깝지 않으면 기각된 우편물에 대한 비디오코딩 단위 작업 시간(p_{VC})이 전체 작업처리량을 좌우하게 된다. 따라서 기계구분과 비디오코딩에 따른 전체 작업 처리시간(t'')과 작업처리량(Q_{work}'')은 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$t'' = t_1' + t_{VC} + t_2'$$

$$t_1' = A + BN + Max\left(\frac{3600N}{Q}, N(1-r)\left(p_{VC} + \frac{3600}{Q}\right)\right)$$

$$t_{VC} = N(1-r)B$$

$$t_2' = t_1 = A + BN + \frac{3600N}{Q}$$

$$Q_{work}'' = \frac{3600N}{t''} = \frac{3600}{\frac{2A}{N} + (3-r)B + Max() + \frac{3600}{Q}}$$

<그림 3>은 구분성공률에 따라 비디오코딩 시간(3.6, 6, 10)별 작업처리량의 변화를 보여준다. 그림에서 보듯이 구분성공률과 비디오코딩의 속도가 충분히 높다라면 순로결합을 수작업으로 하는 것에 비해 효율성을 확보할 수도 있다.

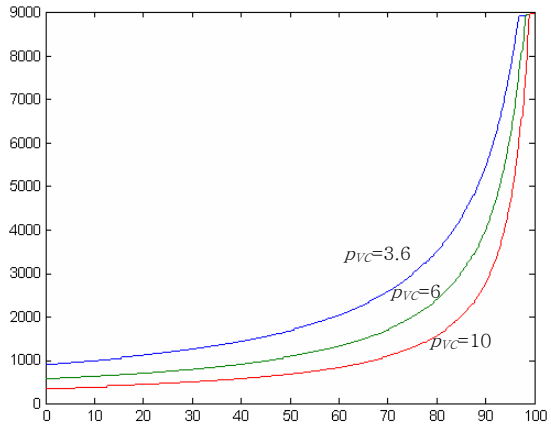

그림 6. 비디오코딩 시간별 작업처리량

작업처리량이 아닌 노동력의 투입 관점에서 보면 순로결합 작업처리량(3,377pcs/h)과 같은 양을 처리하기 위해서는 같은 조건(구분성공률 80%)에서 우편물 1통에 소요되는 비디오코딩 시간(p_{VC})은 3.87초이어야 한다. 구분성공률이 90%일 경우에는 1통당 평균 4.43초 내에 비디오코딩을 마치면 같은 처리량을 보이게 된다.

코딩 시간이 길 경우에는 집배국 전용 비디오코딩 작업을 하게 되면 작업처리량이 현저히 낮아지므로 고려하지 않는 것이 좋다는 것을 알 수 있다. 하지만 2대 이상의 비디오코딩 데스크를 운영함으로써 통당 처리시간을 줄여 결과적으로 작업처리량을 높일 수 있다. 이와 같이 비디오코딩 작업을 순로구분에서 이용하려 한다면, 집배원의 우편물 구분 수작업 부담을 덜어줄 수는 있다는 장점과 추가 설비 및 코딩인력에 대한 인건비 등이 소요된다는 단점들을 고려하여 정책적으로 실행 여부를 결정할 필요가 있다.

향후 외국의 경우와 같이 발송 집중국에서 주소인식과 비디오코딩을 수행한다면, 도착 집중국과 집배국 모두에서 인식/코딩 결과인 배달점코드를 사용할 수 있게 되므로 작업시간 및 비용 측면 모두에서 효과를 볼 수 있을 것이다.

5. 중구분 후의 순로결합 효과 분석

앞에서 살펴보았듯이 구분성공률이 낮은 경우에 순로구분기의 효율이라고 할 수 있는 작업처리량이 급격하게 감소하게 된다. 구분성공률은 구분기의 기계적인 성능과 주소인식 시스템의 성능에 좌우되는데, 일반적으로 상용화된 순로구분기에서 기계적인 원인에 의해 기각되는 우편물의 비율은 1% 이하이므로 대부분 주소인식 시스템에 의해 좌우된다고 할 수 있다. 일반적으로 주소인식 시스템의 처리율은 80% 이상이며, 지역에 따라 85~90%까지 보이기도 한다. 이 때의 처리율은 세부 배달점코드까지 인식된 우편물을 대상으로 산정된다.

잘못된 표기나 숫자 오인식 등의 이유로 경우에 따라서는 주소의 일부분만 인식되는 경우도 종종 발생한다. 특히 아파트의 경우 아파트명이나 동까지 인식되었지만 호수를 인식하지 못해 기각되는 경우가 있다. 수작업 구분으로 비교하면 중구분까지는 인식되었으나 소구분까지 인식되지 못한 우편물이 있는데 순로구분기에서는 이러한 우편물을 기각 처리하는 것이다.

만약 순로구분기가 기수 정렬을 통한 2패스 구분을 하지 않고 배달점 소그룹까지만 구분(중구분)하고 소구분을 집배원의 수작업에 맡긴다면, 중구분까지 인식된 우편물은 기각되지 않고 구분에 사용되어 1패스 구분성공률(r')이 높아지게 된다. 즉 중구분까지는 순로구분기를 사용하며 소구분은 수작업으로 처리하는 것이다. 물론 구분 실패한 우편물은 중구분, 소구분 모두 수작업 처리하게 된다. 이 경우 작업처리량은 아래와 같이 된다.

$$Q_{work}''' = \frac{3600}{\left(\frac{A}{N} + B + \frac{3600}{Q}\right) + (1-r')p_{draft} + p_{detail}}$$

위의 식을 바탕으로 구분성공률에 따른 작업처리량을 그래프로 나타내면 <그림 4>와 같다. 1패스만

으로 처리하게 되므로 구분성공률에 거의 비례하여 작업처리량이 증가하게 된다.

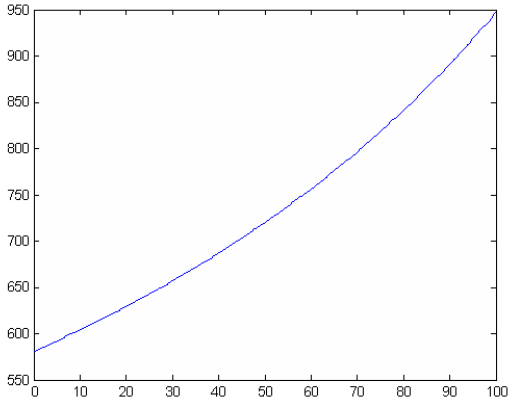

그림 7. 중구분 후의 순로결합 작업처리량

중구분까지의 처리율이 90%라 가정하면 작업처리량은 894pcs/h가 된다. 이 수치는 2패스 구분 및 수작업 순로결합을 하는 것에 비해 훨씬 적은 값이지만, 같은 우편물에 대해 1패스만 구분기를 사용하므로 구분기 사용 시간만 비교하면 2패스에 의한 구분시간의 절반 이상으로 줄어들게 되므로 더 많은 집배원의 우편물 구분 작업을 지원할 수 있다.

순로구분기 도입시의 문제점 중의 하나가 공간 및 비용적인 측면에서 집배국에 다수의 구분기를 설치하기가 어렵다는 점인데, 중구분까지만 자동화하는 방식은 집배국에 필요한 순로구분기의 수를 절반으로 유지하면서 구분 작업을 지원할 수 있는 장점을 가진다. 집배국 규모나 기기 도입 가능 대수의 제약이 있거나 우편물 도착시간과 집배원의 배달 후 귀국 시간을 고려한 구분기 운영의 시간적인 제한이 있을 경우 하나의 방안으로 고려할 수 있다.

예를 들어, 집배국 규모가 크지만 현재의 공간을 고려할 때 구분기를 1대밖에 도입할 수 없는 경우, 구분기를 통해 순로구분까지 모두 수행하면 운영 시간의 한계로 일부 집배원들에 대해서만 처리 가능하므로 다수 집배원들은 모든 우편물을 수작업으로 처리해야 한다. 그러나 중구분까지의 기계 처리 시간은 훨씬 작기 때문에 모든 집배원에 대해 중구분 작업을 수행해주고 소구분만을 집배원이 처리하도록 하면 전체 우편물에 대한 총 작업 시간은 줄어들 수 있다.

6. 방안 비교

지금까지 배달 우편물의 구분 작업에 있어 순로결합 또는 비디오코딩과 같은 수작업을 함께 고려한 순로구분 자동화 작업의 효율을 작업처리량의 관점에서 살펴보았다.

주소인식률이 높을수록, 구분기 사용이 많을수록 작업처리량이 높아지는 것은 당연한 결과일 것이나, 앞서 언급한 것처럼 집배국의 규모 등과 같은 제약사항들에 따라 운영 방법을 달리할 필요가 있으며 이를 위한 분석이 요구된다.

1일 75,000통의 우편물을 처리하는 집배국의 경우에 대해 세 가지 방안에 의해서 순로구분이 완료되는 시간에 대해 비교하면 <표 1>과 같다. 집배원 1명이 1,500통을 담당하고, 1대의 순로구분기가 설치된 것으로 가정한다. 또한 기계구분 작업이 종료된 후에 수작업을 시작하는 것으로 한다. 주소인식률은 80%, 중구분을 위한 인식률은 90%로 가정한다.

표 1. 세 가지 방안의 작업처리량 및 시간 비교

	자동구분+ 순로결합	자동구분+ 비디오코딩	중구분 자동처리
수작업 포함 작업처리량	3,296	3,467	891
구분기 작업처리량	9,674	9,674	17,931
구분기 작업시간	7.8	7.8	4.2
총 수작업시간	15.0	(15.0)*	87.5
1인당 수작업시간	0.3	(5.0)*	1.75
순로구분 완료시간	8.1	9.2	5.95

* 비디오코딩에 대해, 3명이 작업한 경우 (통당 3.6초)

표에서 비교된 바와 같이 순차적으로 구분 처리하는 기계의 특성상 완료시간이 길긴 하지만 집중국에서 보낸 우편물의 도착에서 집배원의 귀국까지의 시간을 활용할 수 있으므로, 각 방안들이 집배원의 우편물 구분 작업 업무 부담을 줄일 수 있다는 것을 알 수 있다.

비디오코딩의 경우 작업이 끝난 후 2패스를 시작할 수 있기 때문에 순로구분 완료시간은 비디오코딩 완료시간(5.0)과 2패스 구분시간(4.2)의 합이 된다. 구분기 운영 시간이 충분히 확보되는 경우라면 비디오코딩 방식도 집배원에게 부과되는 추가 작업이 없다는 점에서 고려해볼 수 있을 것이다.

순로구분 완료시간에 쫓기는 곳에서는 중구분 방식이 유용하다는 것도 알 수 있다. 운송 스케줄에 따라 다르지만 일반적으로 집중국에서 보내오는 우편물은 오전 7시, 9시, 오후 1시 정도에 도착하는데 순로구분 작업은 모든 우편물을 대상으로 해야 하고 집배원 귀국 시간에 맞춰주기 위해서는 작업 가능 시간이 적을 수 있다. 그러나 중구분 작업은 1패스만으로 작업하므로 도착시간과 상관없이 기계구분을 시작할 수 있다.

이와 같이 중구분 작업까지만 처리하는 것은 5절에 언급한 바와 같이 집배국의 환경에 따라 채택할 필요가 있으며, 이는 물량과 구분기 운영 가능 시간에 따라 순로결합 작업과 비교할 필요가 있다. 아래에서는 집배국의 물량 또는 집배원 수에 따라, 순로구분 작업 가능 시간에 따라 전체 구분 작업소요시간을 비교한다.

집배원 1인당 1,500통을 담당한다고 가정하고, 40~100인의 물량에 대해 기계구분 작업 가능 시간이 각각 4~9시간일 때를 중구분까지 처리한 후 수작업 구분할 때와 비교하면 <표 2>와 같다. 참고로 순로구분 작업은 집배원 1인 담당 물량 중 일부만 구분처리하고 끝낼 수 없으므로 작업 가능 시간 내에 처리해 줄 수 있는 집배원 물량까지만 작업한 후 기계구분을 마치도록 한다.

표 2. 순로구분 작업 가능 시간과 물량에 따른 총 작업소요시간 비교

집배원 수	40	50	60	70	80	90	100
순로-4h	48.9	73.9	98.9	**123.9**	**148.9**	**173.9**	**198.9**
순로-5h	34.6	59.6	84.6	109.6	134.6	**159.6**	**184.6**
순로-6h	22.3	47.3	72.3	97.3	122.3	147.3	**172.3**
순로-7h	18.2	33.0	58.0	83.0	108.0	133.0	158.0
순로-8h	18.2	22.8	45.7	70.7	95.7	120.7	145.7
순로-9h	18.2	22.8	31.4	56.4	81.4	106.4	131.4
중구분	67.3	84.2	101.0	117.9	134.7	151.5	168.4

<표 2>에 굵은 글씨로 표시한 부분과 같이 물량이 많지만 기계구분 작업 가능 시간이 많지 않은 경우에는 중구분 작업 후 수작업 구분을 할 때 총 작업소요시간이 더 작다. 또한 집배원의 수가 많은, 즉 물량이 많은 경우 1대의 순로구분기로는 상대적으로 적은 수의 집배원에 대한 물량만을 처리할 수 있어 업무부하 균등화를 위해서는 부족한 점이 존재한다.

7. 결론

본 논문에서는 그 동안 순로구분기를 이용한 배달우편물 순로구분 자동화 연구에서 간과되었던 순로결합 또는 비디오코딩과 같은 수작업이 자동화 효율에 미치는 영향을 작업처리량과 작업소요시간의 관점에서 분석하였다.

자동구분 이후의 순로결합 작업에 대해 고려함으로써 주소인식률에 의해 좌우되는 구분성공률에 따라 작업처리량이 크게 달라짐을 알 수 있었다. 또한 비디오코딩 작업의 경우 집배국 전용으로 도입하기에는 무리가 있다고 판단할 수 있으나 코딩 시간이 작다면 비슷할 처리량을 내면서 집배원의 수작업 부하를 없앨 수 있다는 장점을 가지고 있음을 볼 수 있었고, 도입을 위해 요구되는 코딩 시간을 역으로 구할 수 있었다.

집배국의 환경에 따라 순로구분기를 도입할 때 배달점 소그룹에 대한 구분(중구분)까지만 구분기를 사용하고 소구분은 집배원에 맡기는 방법을 제시하였고 이에 대해 기존 방안과 비교하였다. 제시한 방법은 설치 공간이 부족하지만 물량이 많은 집배국에서는 업무 부하 균등화나 총 작업시간 등을 고려할 때 유용한 운영 방식이 될 것이다.

이러한 점들을 고려했을 때, 순로구분 자동화 사업의 지속적인 추진과 성공을 위해서는 다음과 같은 점을 고려해야 한다.

- 주소인식 시스템의 성능을 지속적으로 향상시킬 필요가 있으며, 현재 인식하지 않고 있는 필기체 우편물에 대한 인식도 고려할 필요가 있다.
- 비디오코딩 작업은 코딩 시간에 대한 사전 분석을 통해 도입을 고려해야 한다. 향후 관리통합성이나 규모의 경제성 등을 고려할 때 발송 집중국에서 수행할 필요가 있다.
- 집배국 환경에 따라 중구분 작업에 대해 검토할 필요가 있으며, 비수기/성수기의 물량 변화에 따라 유동적으로 고려할 수 있다. 즉, 비수기에는 순로구분 위주로, 성수기에는 중구분 위주로 구분기를 활용할 수 있다.

작업처리량과 소요시간에 대해 본 논문에서 분석한 결과는 단위 처리시간이나 물량에 대해 일정한 가정을 둔 것이므로 대략적인 경향분석이나 지침수립 등에는 유용할 수 있으나 부족한 부분이 없지 않으며, 이에 대해서는 추후 각 요소들을 고려한 시뮬레이션 연구 등을 통해 보완할 필요가 있다. 예를 들어, 기계 구분 작업 후 수작업을 시작하는 가정도 시뮬레이션으로 분석할 경우에는 기계구분이 각 집배원별로 종료된 이후 귀국한 집배원이 있는 경우 수작업이 가능한 것으로 할 수 있을 것이다.

본 논문의 순로결합 작업 시간 등의 분석 결과는 향후 순로구분기 도입 실행방안을 마련할 때 운영 효과를 높이기 위해 참고할 수 있을 것이다.

참고문헌

김호연, 임길택, 김두식, 남윤석 (2003), 서장 우편물 자동처리를 위한 우편영상 인식 시스템, *정보처리학회논문지B*, 10-B(4)

송재관, 남윤석 (2003), 우편물 자동처리 설비 기술동향, *주간기술동향*, 1119, 한국전자통신연구원

우정기술연구센터 (2002), 순로구분 자동화 운영 효율화 방안에 관한 연구, 한국전자통신연구원

우정기술연구센터 (2005), 순로구분기 설치 집배국 업무 표준 프로세스 모델 연구, 한국전자통신연구원

장태우, 정한일, 박찬권 (2005), 우편주소 정보화 방안 수립에 관한 연구, *IE Interfaces*, 18(1), 103-115

Lim, J., Chang, T. (2005), Evaluation of Operation Policies for Automatic Delivery Sequence Sorting Systems, *Lecture Notes in Aritificial Intelligence*, 3398, 559-567