

Computer Simulation Project

Final Report

죽전1동 행정복지센터 민원실 대기시간 감소 및 최적의 민원 시스템 제안



KYUNG HEE
UNIVERSITY



이름

2017100879 김재민

2019100890 이승재

2019100895 이윤서

Contents

1. Project Proposal

2. Problem Statement and Conceptual Model

- System Description & Objective
- System Boundaries
- Alternative
- Required Data
- Performance Measure
- Project Plan
- Base Model

3. Input Analysis

- Data Collection
- Input Analysis using @Risk & Data Distribution
- Summary and discussion of results of input data analysis
- @Risk Distribution → Simio Expression
- Problems, limitations, or bias when collecting data

4. Develop a Simulation Model for Each Alternative

- Introduce On-Site Model
- Comparison of On-Site System to Base Model
- Introduce Alternative Model1&2
- Add-On-Process

5. Output Analysis

- Validation & Verification
- Replication and run length strategies
- Statistical results for each alternative
- Why our proposed model is better & Recommendations
- Challenges

1. Project Proposal

죽전1동 행정복지센터 민원실은 오전 9시부터 오후 6시까지 운영된다. 민원실에서는 종합 민원과 복지 민원을 처리한다. 종합 민원의 경우 5개의 창구를, 복지 민원의 경우 4개의 창구를 통해 민원 처리를 진행한다. 종합 민원의 경우, 민원실에 들어와 입구에 있는 번호표를 뽑은 후 처리하려는 종류의 민원에 필요한 자료를 작성, 대기하다가 자신의 번호 순서가 되면 창구에 가서 민원 처리를 진행한다. 복지 민원의 경우 따로 번호표를 뽑지 않고 복지 창구 앞으로 이동하여 대기하다 차례가 되면 민원 처리를 진행한다.

죽전1동 행정복지센터 민원실의 경우 오픈 직후 아침 시간, 점심 직전 및 점심시간 등 특정 시간대에 민원이 몰려 대기시간이 증가한다. 또한 복지 민원의 경우 필요가 없는 번호표를 모르고 뽑아 종합 민원 창구로 가거나, 다른 동 민원이 1동 행정복지센터로 잘못 오는 등의 이유로 민원처리가 지연되어 대기시간이 증가하게 된다. 이 프로젝트의 민원실에서 발생하는 대기시간을 감소시켜 민원 처리 시스템을 개선하는 것이다. 우리 조에서는 창구 개수 조절과 민원 처리 전 민원 종류 선분류를 대안으로 제시한다.

2. Problem Statement and Conceptual Model

-System Description & Objective

현재 죽전1동 행정복지센터는 크게 통합민원, 복지 민원에 대한 업무를 맡고 있다. 통합민원의 경우, 주로 주민등록등본, 증명서 발급 등 기본적인 서류업무와 같이 처리 시간이 짧은 업무를 맡고 있으며, 복지 민원의 경우, 기초수급자, 노인, 장애인복지 서비스 제공과 같은 처리시간이 상대적으로 긴 업무를 맡고 있다. 각 창구에는 공무원이 1명 배치되어 있으며, 모든 공무원은 12시부터 13시까지 점심시간을 보장받는다. 우리는 이 프로젝트를 통해 행정복지센터에서 민원인의 대기시간을 줄이는 것을 목표로 하고 있다.

-System Boundaries

공무원의 추가 배치는 이미 모든 창구에 1명의 공무원이 배치되어 있으므로 불가능하다. 한 업무를 맡은 창구에서는 다른 업무를 맡을 수 없다. (예를 들어 통합민원 창구에서는 복지 민원을 맡을 수 없다.)

-Alternative

1. 현재는 5개의 창구가 통합민원, 4개의 창구가 복지 민원의 업무를 맡고 있으나, 복지 민원의 처리 시간이 통합민원에 비해 확연하게 길다. 이로 인해 복지 민원의 대기시간이 길어져 대기 인원이 많아진다. 이를 해결하기 위해 통합 민원과 복지 민원 업무를 맡는 창구 개수를 조절하여 대기시간을 줄이려 한다.

2. 민원인의 경우 자신이 하고자 하는 민원이 복지 민원에 해당하는지, 통합 민원에 해당하는지 모르는 경우가 많다. 때문에 다른 업무를 맡고 있는 창구로 가는 경우, 불필요한 대기가 생기게 된다. 이를 해결하기 위해 창구 하나를 통합 민원인지 복지 민원인지를 구분해 주는 역할을 맡게 하여 불필요한 대기를 없애고자 한다.

-Required data

1. 민원인의 Arrival time
2. 통합/복지민원의 Processing time
3. 통합/복지민원 업무를 맡는 창구의 수(=공무원의 수)
4. 시스템 평균 방문 인원수(통합/복지 민원)
5. 방문자의 시스템 평균 체류 시간(통합/복지 민원)
6. Distribution of visitor arrival time(통합/복지 민원)
7. Distribution of processing time(통합/복지 민원)

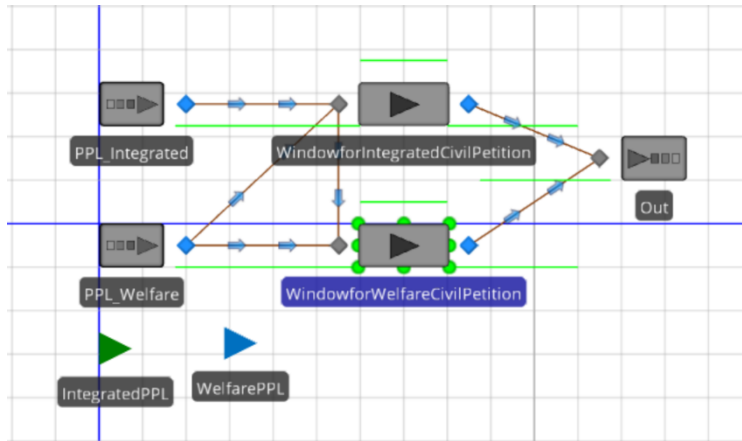
-Performance Measure

기존 상황 대비 대안들의 민원인 대기시간의 감소량 정도를 성과 지표로 활용한다.

-Project Plan

	이윤서	이승재	김재민
Data observation and record	O	O	O
Modeling real situation	O	O	X
Modeling 1 st alternative	O	O	X
Modeling 2 nd alternative	X	O	O
Input/Output analysis	O	X	O
Presentation	O	O	O

-Base Model



3. Input Analysis

-Data Collection

주로 주말동안 밀린 민원이 몰려 월요일에 민원량이 많다는 복지센터 직원 분과의 인터뷰 내용을 기반으로 5월 13일 월요일을 데이터 수집일로 결정하였다. 9시~18시, 9시간 동안 2명의 인원을 유지하면서 데이터 수집을 진행하였으며, 수집한 데이터의 종류는 다음과 같다.

- 민원인 도착시간 (전화민원의 경우 창구 직원이 수화기를 든 시각)
- 민원인 창구 입장시간 (전화민원의 경우 창구 직원이 수화기를 든 시각)
- 민원인 민원 업무 종료시간 (전화민원의 경우 창구 직원이 수화기를 내려놓은 시각)
- 민원인 민원 종류 (통합, 복지, 통합→복지, 통합→이탈)

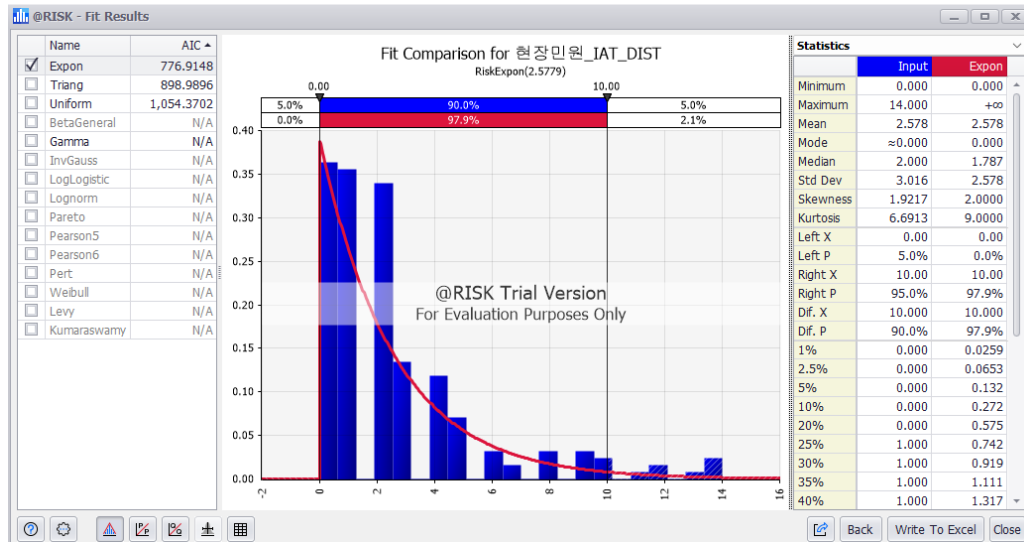
-Input Analysis using @Risk

우리 조는 엑셀을 사용하여 데이터를 수집하였으며, @Risk를 사용하여 수집한 데이터에 대한 각 분포에 대해 적합도 검정을 수행했다.

우리 조는 @Risk에서 AIC를 사용하였는데, AIC는 예측 오류의 추정치이며 주어진 데이터 세트에 대한 통계 모델의 상대적 품질을 나타낸다. AIC 값이 낮을수록 모델 적합도가 높아지며, @Risk의 결과에서 AIC가 낮은 분포들 중 Simio에 적합한 분포를 선택했으며, 도착 간격 시간과 처리 시간이 0보다 크거나 같은 값을 가지므로 하한을 0으로 설정하였다.

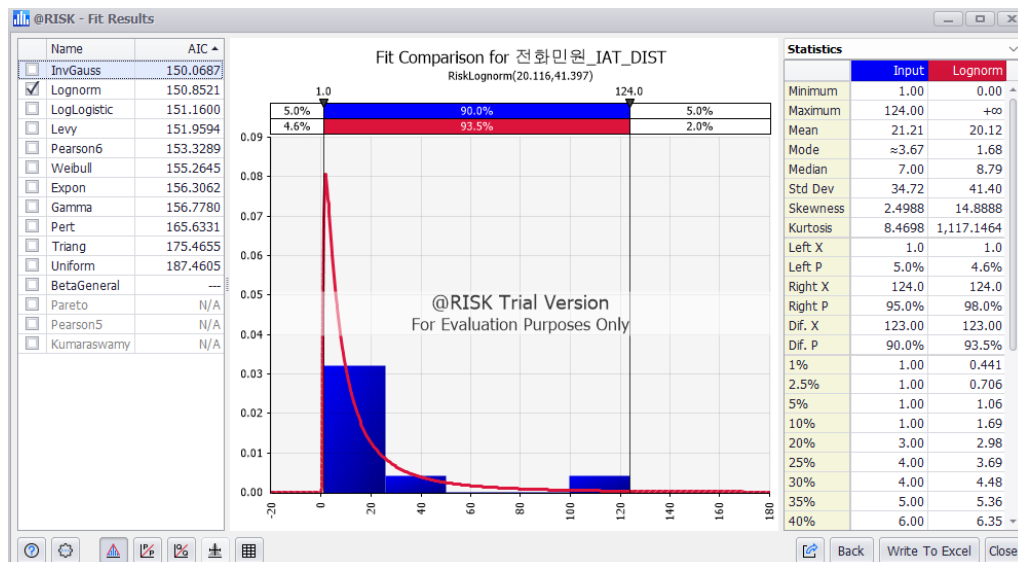
-Data Distribution

• 현장민원인 도착시간 IAT



@Risk Name	AIC	Mean	Std Dev	Median
Input	-	2.578	3.016	2.000
RiskExpon(2.5779)	776.9148	2.578	2.578	1.787

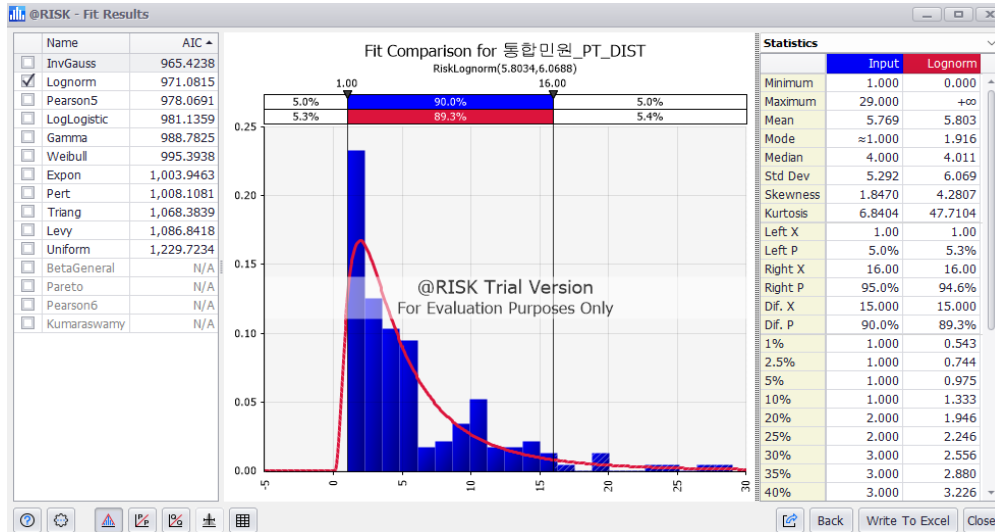
• 전화민원 도착시간 IAT



@Risk Name	AIC	Mean	Std Dev	Median
Input	-	21.21	34.72	7.00
RiskLognorm(20.116,41.397)	150.8521	20.12	41.40	8.79

* Simio에서 InvGauss 분포를 지원하지 않아, Lognormal 분포 선택

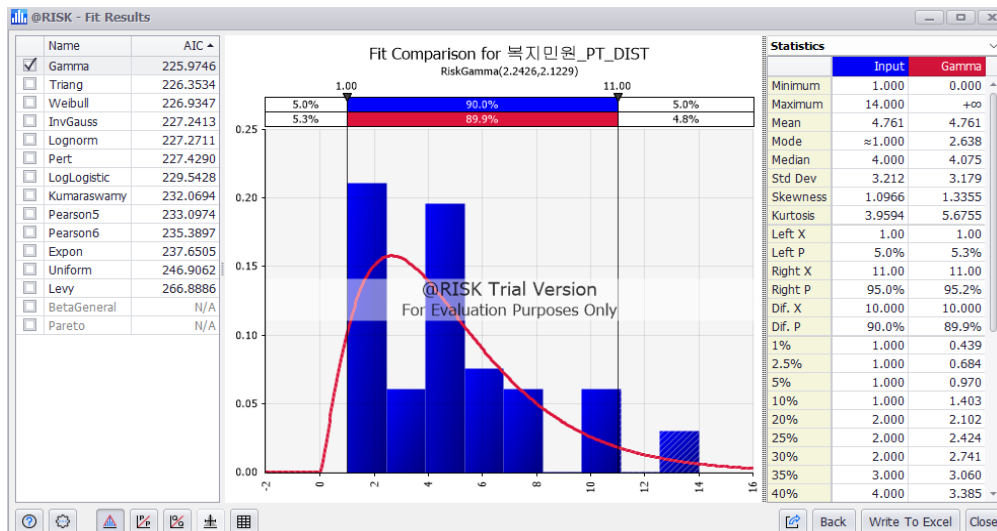
• 통합민원 창구 처리시간



@Risk Name	AIC	Mean	Std Dev	Median
Input	-	5.769	5.292	4.000
RiskLognorm(5.8034,6.0688)	971.0815	5.803	6,069	4.011

* Simio에서 InvGauss 분포를 지원하지 않아, Lognormal 분포 선택

• 복지민원 창구 처리시간



@Risk Name	AIC	Mean	Std Dev	Median
Input	-	4.761	3.212	4.000
RiskGamma(2.2426,2.1229)	225.9746	4.761	3.179	4.075

-Summary and discussion of results of input data analysis

현장민원인 도착간격은 0~10분으로 특정시간에 민원인이 몰리는 경우가 다수 발생했으며, 전화민원의 경우 짧게는 1분, 길게는 2시간 이상으로 불규칙하였다.

민원 처리시간의 경우 창구 별 처리시간이 거의 동일하며 대개 10분 이내에 민원 처리가 수행된다.

-@Risk Distribution → Simio Expression

- ✓ RiskExpon(Mean) → Random.Exponential(Mean)
- ✓ RiskLognorm(Mean, StdDev) → Random.LogNormal(normalMean, normalStdDev)
- ✓ RiskGamma(Shape, Scale) → Random.Gamma(Shape, Scale)

$$\begin{aligned} * normalMean(\mu') &= \ln \left[\frac{\mu^2}{\sqrt{\sigma^2 + \mu^2}} \right] \\ * normalStdDev(\sigma') &= \sqrt{\ln \left[1 + \left(\frac{\sigma}{\mu} \right)^2 \right]} \end{aligned}$$

위의 표현 변환에 따라 @Risk Distribution을 Simio에 맞게 변환하면 다음과 같다.

Distribution	Value
현장민원인 IAT Distribution	Random.Exponential(2.5779)
전화민원인 IAT Distribution	Random.Lognormal(2.17,1.29)
통합민원 처리시간 Distribution	Random.Lognormal(1.39,0.86)
복지민원 처리시간 Distribution	Random.Gamma(2.2426,2.1229)

-Problems, limitations, or bias when collecting data

* 일반적으로 창구에 들어간 이후 창구 직원의 안내에 따라 필요서류 작성을 진행하지만, 일부 소수의 인원이 창구에 들어가기 전에 필요서류를 먼저 작성하고 들어가는 경우가 존재했다. 이러한 종류의 민원인의 경우 분리해서 하나의 Entity로 놓기에는 표본 수가 작아 해당 민원인의 경우 창구 입장 전 서류작성시간을 민원처리시간에 포함시켰다.

* 민원실에 입장하여 번호표를 뽑았지만 민원 업무를 보지 않고 잠시 머물렀다가 나간 인원들의 경우 민원실 체류시간이 짧고, 뽑은 번호표로 인해 발생하는 대기시간이 초 단위인 관계로 해당 데이터는 데이터 수집과정에서 배제하였다.

* 당일 복지센터 직원분들의 업무강도가 높아 민원 업무의 종류, 민원인이 사회적 취약계층인지 여부는 확인이 불가능했다.

* 복지민원 창구가 전부 민원업무 처리가 진행 중인 경우에 복지민원 창구로 전화민원이 들어오면 진행 중이던 현장민원업무를 멈추고 전화민원 업무를 우선적으로 처리하는데, 이러한 경우는 모델에서 구현하지 못했다.

* 일별 민원량의 편차가 크다는 민원실 직원 분과의 인터뷰 내용을 근거로 하룻동안의 데이터 수집으로는 민원실에서 발생하는 보편적인 민원량을 대변하기 어렵다고 판단하였다. 따라서 데이터 수집 당일, 민원인이 몰린 시간대(10시~13시, 14시~15시)의 IAT 분포를 분리하지 않고 하나의 분포로 설정 후, 분석을 진행했다.

4. Develop a Simulation Model for Each Alternative

-Introduce On-Site Model

민원실 출입구는 동일하며, 민원인은 두 가지 유형으로 나뉜다. 민원실에 직접 찾아와 현장에서 민원처리를 진행하는 현장민원인들을 On_Site_Complainant로, 전화로 행정복지센터에 전화를 걸어 민원처리를 진행하는 전화민원인들을 Telephone_Complainant로 ModelEntity를 나눈다.

민원실의 서버는 통합민원 서버와 복지민원 서버, 총 2개로 구성되어 있다. 동일한 종류의 창구에서 직원들의 민원업무 처리시간이 동일하다는 행정복지센터 직원분과의 인터뷰 내용에 근거하여 통합민원 서버와 복지민원 서버를 각각 하나의 서버로 설정하였다. 서버 용량의 경우, 데이터 수집 과정에서 각각 5, 4개이던 통합, 복지민원 창구 중 실질적으로 통합민원 창구 3개, 복지민원 창구 2개만이 사용되는 것이 확인되었다. 이러한 관찰 결과에 따라 통합, 복지민원 서버의 Initial Capacity를 각각 3, 2로 설정하였다.

민원인의 이동 및 민원 처리 과정을 기준으로 시뮬레이션 서버를 설명하겠다. 현장민원인의 이동 및 민원 처리 과정은 민원인이 처리하고자 하는 민원의 종류에 따라 달라진다.

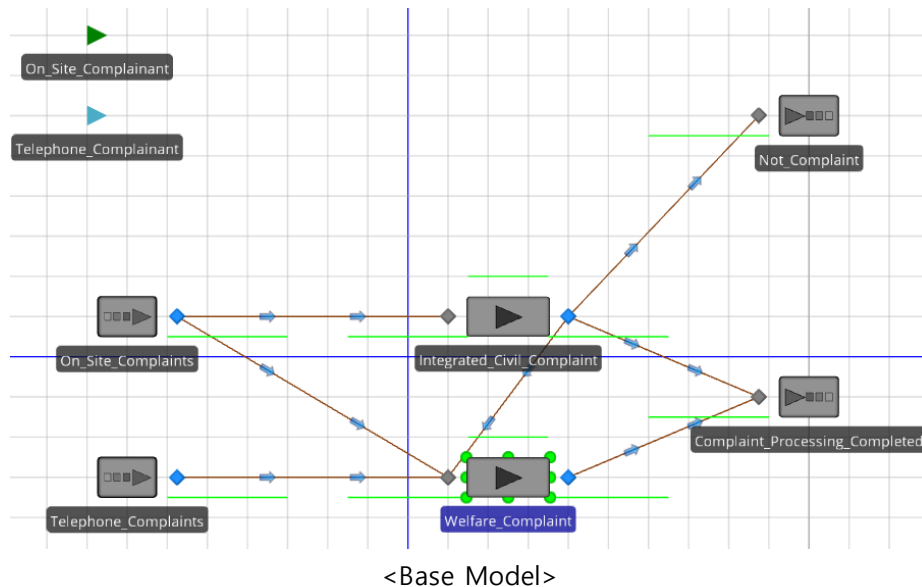
통합 민원의 경우 민원인이 민원실에 입장하여 번호표를 뽑은 후 대기석에서 대기하다가 본인의 번호가 나오면 민원창구에 들어가 민원을 처리한다. 복지민원의 경우 민원인이 민원실에 입장하여 번호표를 뽑지 않고 복지민원 창구 앞 대기석에서 대기하다가 본인 차례가 되면 민원창구에 들어가 민원을 처리한다. 우리 조는 민원인들이 들어가는 창구에 따라 민원 종류를 분리하였으며, 민원 처리시간을 구하기 위해 민원인들이 민원창구에 들어가는 시점과 나오는 시점을 기록 후 시점 간 차이 값을 현장민원 처리시간으로 설정하였다.

전화민원의 경우 데이터 수집 당일에는 통합민원창구에서는 발생하지 않았고 복지민원 창구에서만 전화민원이 발생하였다. 통합민원의 경우 창구에서 전화 민원이 발생하지 않는 이

유에 대해서 문의를 드렸고, 이에 대해 통합민원의 경우, 현장민원이 많은 관계로 창구 직원 이 아닌 민원실 직원분들이 전화민원을 처리한다는 답변을 받았다. 따라서 전화민원의 경우 복지민원 창구에서만 발생하도록 Base Model을 설정하였다. 민원인 도착시점과 민원업무처리 시작시점을 창구 직원이 수화기를 든 시점으로 동일하게 설정했고, 민원업무처리 종료시 점을 창구 직원이 수화기를 내려놓은 시점으로 설정했으며, 두 시점 간의 차이를 전화민원 처리시간으로 설정하였다.

현장민원인의 민원서버 이동 비율과 통합민원 서버에서의 이동 비율은 수집한 데이터에서 추출한 비율에 근거하여 각 node의 selection weight을 설정하였다.

위와 같은 방법으로 구성한 시뮬레이션 모델은 다음과 같다.



Replications		Responses
Required	Completed	Integrated_Civil_Complaint_Window_WQ (Minutes)
50	50 of 50	5.51768

<통합민원 서버 대기시간>

-Comparison of On-Site System to Base Model

Base Model의 유효성을 검증하기 위해, 우리 조는 실제 현장 시스템에서 수집한 데이터를 기반으로 계산한 값과 Simio에서 Base Model을 실행하여 얻은 값을 비교하였다. 비교 결과 실제 현장에서 민원인의 도착시간 간격, 민원 평균 처리시간, 통합민원 평균 대기시간 이 Base Model에서 나온 민원인의 도착시간 간격, 민원 평균 처리시간, 통합민원 평균 대기 시간과 유사했다. 실제 현장에서 민원인의 도착시간 간격, 민원 평균 처리시간, 통합민원 평균 대기시간은 수집한 데이터의 평균으로 계산하였다. 복지민원 대기시간의 경우 복지민원

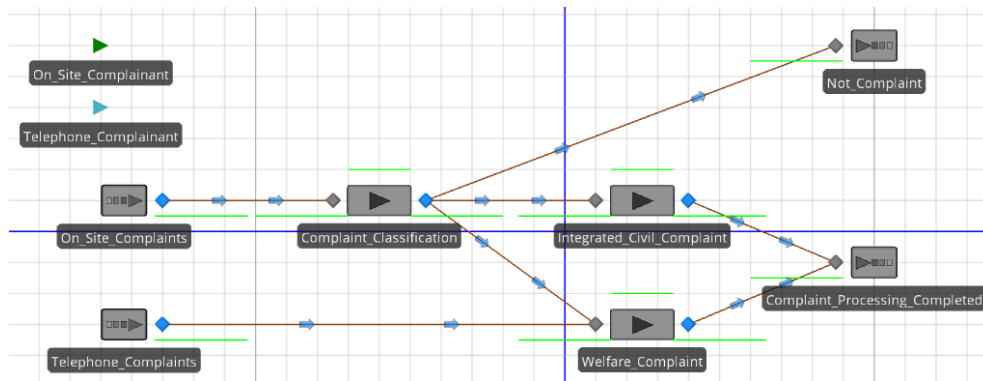
의 종류 중 하나인 전화민원은 대기시간이 존재하지 않고, 현장 복지민원은 대기시간 횟수 또한 4회로, 발생 회수가 적었다. 이러한 결과에 따라 복지민원 대기시간 데이터는 표본 수가 적어 통계적으로 유의미하지 않다고 판단하여 유효성 검증 대상에서 제외하였다. 아래 표는 실제 현장과 Base Model에서 나온 도착간격과 평균 처리시간, 통합민원 평균 대기시간을 표로 나타낸 것이다.

	Base Model (min)	On-Site (min)
도착시간 간격	2.5779	2.512563
통합민원 평균 대기시간	5.51768	4.675824
통합민원 평균 처리시간	5.74721	6.195122
복지민원 평균 처리시간	4.77728*	5.152174

-Introduce Alternative Model1

첫 번째 대안은 복지민원이거나, 죽전1동 행정복지센터에서 처리할 민원이 아님에도 통합민원 창구로 잘못 가는 상황을 줄이기 위해 민원 종류를 선분류하는 창구를 신설하는 것이다. 현장에서 민원실에 입장하는 민원인들을 대상으로 보안 요원이 종종 민원인들의 민원 종류를 분류 후, 창구로 안내하는 것을 확인했다. 선분류 창구 신설 시, 보안 요원이 선분류 창구 업무를 겸임한다면 추가비용 없이 선분류 서버를 신설할 수 있을 것이라 보았다. 하지만 보안 요원이 보안 업무 외 민원 분류 업무까지 추가적으로 맡게 된다면, 업무 부담 증가로 인해 기존 업무에 공백이 발생할 수 있다. 이 점에 대해서는 보안 요원만이 아닌, 현장에서 대기하면서 민원실 직원들을 보조하는 공익요원이나, 상대적으로 업무에 여유가 있는 민원실 직원 등이 교대로 선분류 업무를 겸임하여 해결이 가능하다.

현장에서 보안 요원이 민원인들을 분류하는 과정이 짧게는 15초, 길게는 2분 정도 걸리는 것으로 측정되어 실험에서 15초부터 2분까지 15초 단위로 시간을 설정하였다. Base Model 통합민원 서버 대기시간이 대안 모델의 선분류 서버 처리시간과 통합민원 서버 대기시간의 합보다 큰 경우를 유효한 경우라고 보았으며, 선분류 서버 처리시간이 30초인 경우 대기시간 감소효과가 제일 높게 나타났다.



<Alternative Model1>

-Introduce Alternative Model2

두 번째 대안은 통합민원 창구 3개, 복지민원 창구 2개로 운영되고 있는 창구 수를 통합민원 창구 4개, 복지민원 창구 1개로 조정하는 것이다. 창구 개수를 4개, 1개로 한다면 통합민원 창구의 대기 시간은 감소하지만, 복지민원 창구의 대기 시간은 증가하며, 복지민원 창구의 대기시간 및 부담 증가할 수 있다. 하지만, 현장에서 복지민원 데이터 수집결과 9시~18시(9시간)동안 복지민원 처리는 46회 진행되었고 그 과정에서 대기시간은 1분 1회, 2분 1회, 4분 2회 총 4회 발생하였고, 복지민원 창구가 비어 있는 시간은 창구 직원이 점심식사로 인해 자리를 비운 시간 제외, 두 창구 합쳐서 12시간 이상이다. 이는 총 운영시간의 75% 이상의 시간동안 창구가 비어 있다는 것을 의미한다. 하루 복지민원 처리량의 추세가 동일하다고 가정하면, 복지민원 창구 수가 조정되어 부담이 가중되는 일은 발생하지 않을 것이다. 또한 통합민원 처리를 목적으로 오는 민원인이 복지민원 처리를 목적으로 오는 민원인보다 3배 이상 많다. 이에 따라 통합민원 서버에서 대기시간이 감소하는 정도가 복지민원 서버에서 대기시간이 증가하는 정도보다 크게 되어, 대안 모델의 총 대기시간은 기존 Base Model의 총 대기시간보다 감소하게 된다.

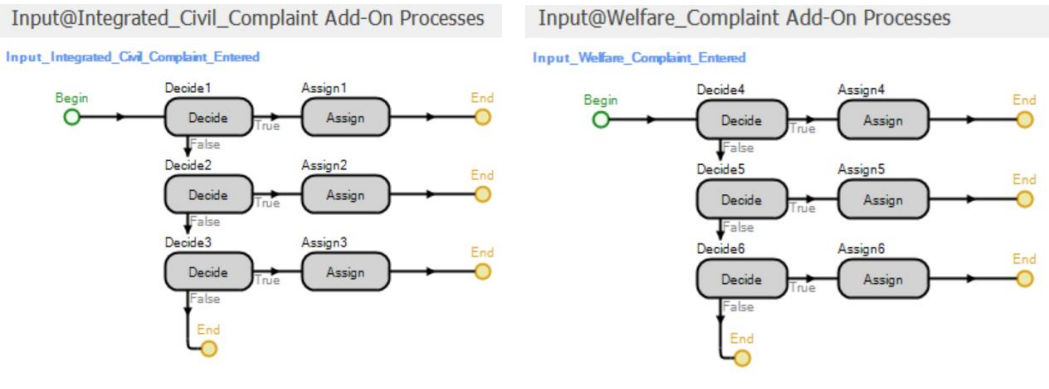
* 모델의 경우 통합, 복지민원 서버의 Initial Capacity 제외 동일

-Add-On Process

점심시간(12~14시)로 인해 창구의 수에서 변동이 발생하는데, Base Model의 경우 통합, 복지민원 창구의 수가 각각 3→2, 2→1개로 변동된다. 대안1의 경우 Base Model과 동일하게 점심시간 창구 수 변동을 적용했다. 대안2의 경우 통합민원 창구를 4→2개로 변동된다고 설정했다. 복지민원 창구는 현장에서 창구 근무직원이 점심식사로 인해 자리를 비운 사이, 창구 근무직원이 아닌 민원실 직원이 일시적으로 창구업무를 대신해 주는 경우가 존재했다. 이러한 관찰 결과에 근거하여 점심시간 복지민원 창구 수는 1개로 유지하였다. 우리 조는 창구 수 변동을 Add-On-Process를 활용하여 다음과 같이 표현하였다.

점심시간 창구 수 변동을 표현하기 위해 실험 시간을 9시간(9~18시)로 설정 후, Decide

Step에서 진행된 시간을 기준으로 점심시간을 분류하였고, Assign Step에서 서버의 Capacity 값을 설정하였다.



<통합 민원 창구, 복지 민원 창구 Input에서 Add-On Process>

Properties: Decide1 (Decide Step Instance)		Properties: Assign1 (Assign Step Instance)	
Basic Logic		Basic Logic	
Decide Type	ConditionBased	State Variable Name	Integrated_Civil_Complaint.CurrentCapacity
Condition Or Probability	Run.TimeNow<3	New Value	3
Advanced Options		Assignments (More)	0 Rows
General		Advanced Options	
		General	

<예시) Decide 1, Assign 1에서의 설정 값>

5. Output Analysis

-Validation & Verification

Base Model의 유효성을 검증하기 위해, 우리 조는 실제 현장 시스템에서 수집되고 계산된 값과 Simio의 Base Model에서 실행된 값에 대하여 비교 분석을 진행하였다. 아래 결과는 Base Model에 대하여 복제실험을 50회 진행하여 나온 데이터를 바탕으로 진행한 t-검정 결과이다.

• T-test

H_0 : 현장민원 평균 처리시간과 Base Model 평균 처리시간이 유사하다.

H_a : 현장민원 평균 처리시간과 Base Model 평균 처리시간 간 차이가 존재한다.

민원종류	현장민원 평균 처리시간	Base Model 평균 처리시간	P-value	T-test 결과
통합민원서버	6.191522	5.74721	0.281203	Accept H_0
복지민원서버	5.152174	4.77728	0.441247	Accept H_0

단위: 분

t-검정 결과에 따라 실제 현장 시스템에서 수집된 데이터의 평균과 시뮬레이션 결과가 유

사하다 볼 수 있다. 따라서 Base Model이 실제 현장 시스템을 잘 반영하고 있음을 검증할 수 있다,

-Replication and run length strategies

일별 방문 민원인의 수와 민원 처리 및 대기시간에 대한 문의를 민원실 직원분께 드렸고, 이에 대한 답으로 일별로 민원실을 방문하는 인원이 불규칙하다는 답변을 받았다. 우리 조는 답변 내용을 반영하여 실험길이를 09:00~18:00(9시간)으로 설정 후, Base Model 및 대안 모델에 대해 50회의 복제실험을 진행하여 결과의 편차를 줄이고자 하였다.

-Statistical results for each alternative

복지민원의 경우 데이터 수집 과정에서 수집된 데이터 수가 통합민원에 비해 약 4.5배 차이가 났으며, 현장에서 대기가 총 4회 발생하였다. 그에 반해 통합민원의 경우 현장에서 대기가 빈번히 발생하였다. 따라서 우리 조는 복지민원 대기시간 데이터의 표본 수가 적어 통계적으로 유의미하지 않다 판단하였으며, 표본 수가 충분히 많은 통합민원서버 대기시간과 대기인원을 개선대상으로 설정 후 대안 분석을 진행했다.

-Alternative Model1

첫 번째 대안 모델에 대해 50회의 복제실험을 진행하였다. 이에 따라 각 선분류서버 처리 시간에 대한 각 서버 별 평균 대기시간, 대기인원 결과는 다음과 같다.

Replications		Controls	Responses		
Required	Completed		Classification_Complaint_Window_WQ (Minutes)	Integrated_Civil_Complaint_Window_WQ (Minutes)	Welfare_Complaint_Window_WQ (Minutes)
50	50 of 50	0.25	0.0138226	4.5964	0.912644
50	50 of 50	0.5	0.0607836	4.18716	0.965325
50	50 of 50	0.75	0.150586	4.61271	1.08617
50	50 of 50	1	0.305832	4.86337	1.03897
50	50 of 50	1.25	0.548822	4.63389	0.703478
50	50 of 50	1.5	1.0189	4.09253	0.783559
50	50 of 50	1.75	1.74345	4.88682	0.976556
50	50 of 50	2	3.02971	4.31527	0.94109

<선분류서버 처리시간에 따른 서버 별 대기시간>

Classification_Complaint_Window_LQ	Integrated_Civil_Complaint_Window_LQ	Welfare_Complaint_Window_LQ
0.00534082	1.47961	0.100932
0.0240355	1.36687	0.110278
0.0584958	1.48629	0.126503
0.120094	1.59124	0.124058
0.214159	1.50334	0.0738054
0.400409	1.3344	0.0889365
0.681621	1.59123	0.106048
1.20007	1.39603	0.102985

<선분류서버 처리시간에 따른 서버 별 대기인원>

통합민원서버 평균 대기시간과 선분류서버 평균 대기시간을 더한 값이 Base Model의 통합 민원서버 평균 대기시간보다 작은 경우 대안 모델 성능이 Base Model에 비해 우수하다 볼 수 있다. 마찬가지로 통합민원서버 평균 대기인원과 선분류서버 평균 대기인원을 더한 값이 Base Model의 통합민원서버 평균 대기인원보다 작은 경우 대안 모델 성능이 Base Model에

비해 우수하다 볼 수 있다.

Scenario	대안모델 선분류+통합민원서버 대기시간	Base Model 통합민원서버 대기시간
Scenario1	4.6102226	5.517682109
Scenario2	4.2479436	5.517682109
Scenario3	4.763296	5.517682109
Scenario4	5.169202	5.517682109
Scenario5	5.182712	5.517682109
Scenario6	5.11143	5.517682109
Scenario7	6.63027	5.517682109
Scenario8	7.34498	5.517682109

단위: 분

Scenario	대안모델 선분류+통합민원서버 대기인원	Base Model 통합민원서버 대기인원
Scenario1	1.480144082	1.989707835
Scenario2	1.3909055	1.989707835
Scenario3	1.5447858	1.989707835
Scenario4	1.711334	1.989707835
Scenario5	1.717499	1.989707835
Scenario6	1.734809	1.989707835
Scenario7	2.272851	1.989707835
Scenario8	2.5961	1.989707835

계산 결과, 대기시간, 대기인원 두 가지 경우 모두 시나리오 1~6에서 Base Model보다 우수한 성능을 보였다.

이제 대안 모델의 시나리오에서 개선된 정도가 얼마나 의미 있는지를 분석해야 한다. 우리 조는 50회의 복제실험에서 추출된 Base Model 통합민원서버 대기시간 데이터와 통합민원서버 대기시간이 개선된 대안 모델의 시나리오 1~6의 데이터를 대상으로 Paired-t Test를 실시했다.

• Paired-t Test (대기시간)

H_0 : (대안 모델 선분류서버 대기시간) + (대안 모델 통합민원서버 대기시간)
- (Base Model 통합민원서버 대기시간) ≥ 0

H_a : (대안 모델 선분류서버 대기시간) + (대안 모델 통합민원서버 대기시간)

- (Base Model 통합민원서버 대기시간) < 0

Scenario	대안 모델 평균 대기시간	Base Model 평균 대기시간	P-value	T-test 결과
Scenario1	4.610223132	5.517682109	0.138740365	Accept H_0
Scenario2	4.247944097	5.517682109	0.03278134	Reject H_0
Scenario3	4.763296791	5.517682109	0.14093069	Accept H_0
Scenario4	5.169197909	5.517682109	0.337097454	Accept H_0
Scenario5	5.182713901	5.517682109	0.332115444	Accept H_0
Scenario6	5.111432807	5.517682109	0.284067806	Accept H_0

단위: 분

Paired-t Test 결과, 시나리오 2를 제외한 시나리오들은 대기시간이 개선되었지만, 귀무가설이 기각되지 않아, Base Model의 대기시간과 대안 모델의 개선된 대기시간 사이의 차이가 유의미하지 않다는 결론이 도출되었다. 시나리오 2는 Base Model과 동일하게 창구 인원을 유지한 상태에서 선분류서버를 신설하여 처리시간을 30초로 설정 후, 민원처리 진행 전 민원 종류 분류를 진행하는 시나리오다. 대기시간이 기존 5.52분에서 4.25분으로 개선되었으며, Paired-t Test 결과 이는 유의미한 차이라고 볼 수 있다.

마찬가지로 50회의 복제실험에서 추출된 Base Model 통합민원서버 대기시간 데이터와 통합민원서버 대기인원이 감소한 대안 모델의 시나리오 1~6의 데이터를 대상으로 Paired-t Test를 실시했다.

• Paired-t Test (대기인원)

H_0 : (대안 모델 선분류서버 대기인원) + (대안 모델 통합민원서버 대기인원)

- (Base Model 통합민원서버 대기인원) ≥ 0

H_a : (대안 모델 선분류서버 대기인원) + (대안 모델 통합민원서버 대기인원)

- (Base Model 통합민원서버 대기인원) < 0

Scenario	대안 모델 평균 대기인원	Base Model 평균 대기인원	P-value	T-test 결과
Scenario1	1.484948247	1.989707835	0.043531756	Reject H_0
Scenario2	1.39090366	1.989707835	0.010263803	Reject H_0
Scenario3	1.544781172	1.989707835	0.043842343	Accept H_0
Scenario4	1.711335563	1.989707835	0.175843271	Accept H_0
Scenario5	1.717497631	1.989707835	0.167040375	Accept H_0
Scenario6	1.734813188	1.989707835	0.165632651	Accept H_0

Paired-t Test 결과, 시나리오 1, 2를 제외한 시나리오들은 대기인원은 감소했으나, 귀무가설이 기각되지 않아, Base Model의 대기인원과 대안 모델의 감소한 대기인원 사이의 차이가 유의미하지 않다는 결론이 도출되었다. 시나리오 1, 2는 창구 인원을 Base Model과 동일하게 유지한 상태에서 신분류서버를 신설하여 처리시간을 각각 15, 30초로 설정 후, 민원처리 진행 전 민원종류 분류를 진행하는 시나리오다. 시나리오 1에서는 대기인원 수가 1.99명에서 1.48명으로 감소하였고, 시나리오 2에서는 대기인원 수가 1.99명에서 1.39명으로 감소하였다. Paired-t Test 결과 이는 유의미한 차이라고 볼 수 있다.

대기시간과 대기인원에 대한 Paired-t Test 결과, 대안1의 시나리오 2는 Base Model보다 우수한 성능을 보이며, Base Model과 유의미한 차이가 존재한다 볼 수 있다.

-Alternative Model2

두 번째 대안 모델에 대해 50회의 복제실험을 진행하였다. 이에 대한 통합, 복지민원 서버의 평균 대기시간, 대기인원 결과는 다음과 같다.

Replications		Responses	
Required	Completed	Integrated_Civil_Complaint_Window_WQ (Minutes)	Welfare_Complaint_Window_WQ (Minutes)
50	50 of 50	3.11547	3.79371

<통합, 복지민원 서버 대기시간>

Integrated_Civil_Complaint_Window_LQ	Welfare_Complaint_Window_LQ
1.11764	0.404424

<통합, 복지민원 서버 대기인원>

실험 결과에 따라 대안 모델의 시나리오에서 개선된 정도가 얼마나 의미 있는지를 분석해야 한다. 우리 조는 50회의 복제실험에서 추출된 Base Model 통합민원서버 대기시간 데이터와 대안 모델의 대기시간 데이터를 대상으로 Paired-t Test를 실시했다.

• Paired-t Test (대기시간)

H_0 : (대안 모델 통합민원서버 대기시간) - (Base Model 통합민원서버 대기시간) ≥ 0

H_a : (대안 모델 복지민원서버 대기시간) - (Base Model 통합민원서버 대기시간) < 0

Base Model 평균 대기시간	대안 모델 평균 대기시간	P-value	T-test 결과
5.51768211	3.177777464	0.00032267	Reject H_0

단위: 분

대안2는 기존 통합민원창구 3명, 복지민원창구 2명에서 통합민원창구 4명, 복지민원창구 1명으로 창구 인원 배치를 변경, 점심시간의 경우 기존과 동일하게 창구 인원을 유지한 대안이다. 이 경우 대기시간이 기존 5.52분에서 3.12분으로 개선되었으며, Paired-t Test 결과 이는 유의미한 차이라고 볼 수 있다. 복지민원서버의 대기시간은 1.24분에서 3.79분으로 증가하였으나, 통합민원의 총량이 복지민원의 총량보다 약 4.5배 많으므로 전체 대기시간 측면에서는 8.32분 개선되었다고 할 수 있다.

마찬가지로 50회의 복제실험에서 추출된 Base Model 통합민원서버 대기시간 데이터와 대안 모델의 대기시간 데이터를 대상으로 Paired-t Test를 실시했다.

• Paired-t Test (대기인원)

H_0 : (대안 모델 통합민원서버 대기인원) - (Base Model 통합민원서버 대기인원) ≥ 0

H_a : (대안 모델 복지민원서버 대기인원) - (Base Model 통합민원서버 대기인원) < 0

Base Model 평균 대기인원	대안 모델 평균 대기인원	P-value	T-test 결과
1.989707835	1.117641881	0.000504841	Reject H_0

대안2에서 대기인원의 수는 1.99명에서 1.12명으로 감소했으며, Paired-t Test 결과 이는 유의미한 차이라고 볼 수 있다.

대기시간과 대기인원에 대한 Paired-t Test 결과, 대안2는 Base Model보다 우수한 성능을 보이며, Base Model과 유의미한 차이가 존재한다 볼 수 있다.

-Why our proposed model is better & Recommendations

• Alternative Model1

시뮬레이션 실험결과 현장 시스템을 개선하기 위해서는 현장에서 민원처리 진행 전에 민원 종류를 분류할 민원 선분류서버를 신설해야 한다. 민원 선분류서버의 처리시간은 약 30초를 유지할 것을 권장한다.

민원실이 대안1의 계획에 따라 현장 시스템을 변경하면 다음과 같은 개선효과를 볼 수 있다. 통합민원창구 대기시간의 경우 기존 현장 시스템보다 약 23.02% 감소하며, 통합민원창구 대기열의 경우 기존 현장 시스템보다 약 30.1% 감소한다.

• Alternative Model2

시뮬레이션 실험결과 현장 시스템을 개선하기 위해서는 통합, 복지민원창구 근무인원 수를

조정해야 한다. 점심시간(12시~2시) 근무인원 수는 기존과 동일하게 유지하지만, 오전(9시~12시)과 점심시간 이후 오후(2시~6시)의 경우 기존 통합민원창구 3명, 복지민원창구 2명에서 통합민원창구 4명, 복지민원창구 1명으로 근무인원 수를 조정하는 것을 추천한다.

민원실이 대안2의 계획에 따라 현장 시스템을 변경하면 다음과 같은 개선효과를 볼 수 있다. 통합민원창구 대기시간의 경우 기존 현장 시스템보다 약 42.41% 감소하며, 통합민원창구 대기열의 경우 기존 현장 시스템보다 약 43.83% 감소한다.

-Challenges

결과 분석 진행 과정에서 몇 가지 어려움이 있었다. 대안1의 경우, 선분류서버 처리시간 설정에서 어려움이 있었다. 선분류서버는 실제로 존재하지 않기에 분류 과정이 어느 정도 걸릴 것이라는 민원실 직원분과의 인터뷰 내용과 부족한 측정 데이터에 근거하여 임의로 처리시간을 설정해야 했기에, 특정 분포로 처리시간을 설정하지 못하고 상수 값으로 처리시간을 대체하였다. 대안1에서 시뮬레이션 결과에서는 값이 개선된 시나리오가 6가지나 존재했지만, Paired-t Test 결과가 시나리오2를 제외하고 차이가 유의미하게 나오지 못한 이유 중 하나가 선분류서버의 처리시간 설정이 정확하지 않았기 때문이다.

또한, 실험 전체 과정에서 표본 수가 적은 데이터 처리에 있어서 어려움이 존재했다. 복지민원의 경우 현장에서 수집한 데이터를 기반으로 나온 대기시간과 Base Model에서 나온 대기시간 사이에 차이가 존재했다. 그 이유는 현장에서 복지민원의 경우 표본이 적고 시간대에 걸쳐 넓고 불규칙하게 분포되어 있어 대기시간이 거의 발생하지 않았기 때문이다. 우리 조는 불충분한 데이터 수로는 통계적으로 유의미한 결과를 내기 어렵다는 것을 깨닫고 개선대상을 기존 민원실 시스템 전체 개선에서 데이터 표본 수가 많고 대기가 빈번히 발생하는 통합민원창구 대기시간 개선으로 변경하였다.

Appendix-Data

민원인도착시간	민원인창구입장시간	민원인창구퇴장시간	민원종류
9:00	9:00	9:03	통합
9:00	9:00	9:06	통합
9:00	9:00	9:05	복지(현장)
9:00	9:00	9:09	통합
9:00	9:03	9:17	통합
9:00	9:06	9:17	통합
9:00	9:09	9:12	통합
9:04	9:14	9:15	통합 → 이탈
9:05	9:15	9:16	통합 → 이탈
9:08	9:08	9:13	복지(전화)
9:15	9:15	9:18	복지(전화)
9:16	9:16	9:20	통합
9:18	9:19	9:25	통합
9:19	9:19	9:25	복지(전화)
9:20	9:20	9:21	통합 → 이탈
9:20	9:21	9:25	통합
9:22	9:22	9:29	통합
9:23	9:25	9:26	통합
9:31	9:31	9:34	통합
9:34	9:34	9:39	복지(전화)
9:37	9:37	9:39	복지(전화)
9:34	9:34	9:43	통합
9:36	9:36	9:42	통합
9:36	9:36	9:39	통합
9:38	9:39	9:44	통합 → 복지(9:42)
9:40	9:42	9:52	통합
9:40	9:42	9:52	통합 → 복지(9:45)
9:43	9:45	9:50	통합
9:43	9:45	9:47	통합
9:45	9:47	9:55	통합
9:50	9:50	9:54	통합
9:52	9:53	9:57	통합
9:56	9:56	10:03	복지(현장)

9:57	9:57	10:17	통합
9:58	9:58	10:02	통합
10:02	10:02	10:04	통합
10:02	10:02	10:15	복지(현장)
10:03	10:03	10:07	통합
10:07	10:07	10:09	복지(전화)
10:07	10:07	10:34	통합
10:07	10:12	10:17	통합
10:07	10:17	10:27	통합
10:09	10:17	10:27	통합
10:10	10:10	10:15	복지(전화)
10:12	10:27	10:34	통합
10:13	10:29	10:34	통합
10:14	10:34	10:39	통합
10:16	10:34	10:35	통합
10:17	10:35	10:44	통합
10:20	10:36	10:45	통합
10:20	10:20	10:22	복지(현장)
10:23	10:39	10:45	통합
10:24	10:24	10:25	복지(전화)
10:25	10:25	10:32	복지(전화)
10:25	10:45	10:46	통합 → 이탈
10:29	10:46	10:48	통합
10:30	10:46	10:56	통합
10:33	10:46	10:47	통합
10:35	10:48	10:53	통합 → 복지(10:50)
10:35	10:48	10:56	통합 → 복지(10:50)
10:35	10:50	10:52	통합
10:36	10:50	10:51	통합
10:36	10:51	10:59	통합
10:41	10:52	11:03	통합
10:43	10:56	10:58	통합
10:43	10:58	10:59	통합 → 이탈
10:46	10:46	10:50	복지(전화)
10:51	10:59	11:01	통합

10:52	10:59	11:10	통합
10:53	10:53	10:57	복지(전화)
10:54	11:01	11:03	통합
10:57	11:03	11:07	통합
10:58	11:03	11:14	통합
10:58	11:07	11:14	통합 → 복지(11:09)
10:58	11:09	11:12	통합
10:59	11:10	11:25	통합
10:59	11:12	11:22	통합
11:00	11:14	11:18	통합
11:03	11:03	11:17	복지(현장)
11:05	11:18	11:25	통합 → 복지(11:20)
11:05	11:21	11:22	통합
11:06	11:22	11:24	통합
11:08	11:22	11:23	통합
11:14	11:23	11:39	통합
11:16	11:17	11:27	복지(현장)
11:16	11:24	11:43	통합
11:26	11:26	11:30	복지(전화)
11:26	11:26	11:30	통합
11:27	11:35	11:39	통합
11:31	11:34	11:40	복지(현장)
11:31	11:39	11:42	통합
11:33	11:33	11:34	복지(전화)
11:34	11:39	11:52	통합
11:37	11:37	11:38	복지(전화)
11:40	11:43	11:52	통합
11:49	11:52	12:04	통합
11:51	11:52	11:55	통합
11:57	11:57	12:00	통합
11:58	11:58	12:13	통합
11:58	11:58	12:03	복지(현장)
12:00	12:04	12:20	통합
12:02	12:13	12:15	통합
12:05	12:15	12:30	통합

12:05	12:20	12:23	통합
12:19	12:23	12:25	통합
12:23	12:25	12:28	통합
12:23	12:28	12:29	통합
12:27	12:29	12:54	통합
12:29	12:30	12:32	통합
12:33	12:35	12:40	통합
12:34	12:40	12:42	통합
12:39	12:42	12:43	통합
12:41	12:43	12:50	통합
12:51	12:51	13:04	통합
12:51	12:54	12:59	통합
12:59	13:03	13:13	통합
13:00	13:08	13:12	통합
13:04	13:12	13:15	통합
13:16	13:16	13:20	통합
13:16	13:16	13:20	통합
13:17	13:20	13:23	통합
13:20	13:20	13:26	통합
13:32	13:32	13:37	통합
13:33	13:33	13:37	통합
13:37	13:37	13:40	통합
13:38	13:38	13:43	통합
13:41	13:41	13:45	복지(전화)
13:41	13:41	13:50	통합
13:44	13:44	13:46	통합
13:47	13:47	13:49	복지(전화)
13:47	13:47	13:52	통합 → 복지(13:49)
13:48	13:49	13:51	통합
13:51	13:51	13:52	통합
13:53	13:53	13:57	통합
13:55	13:57	14:10	통합
13:57	13:57	13:59	복지(전화)
13:57	14:01	14:02	통합
13:59	14:02	14:04	통합

14:00	14:04	14:08	통합
14:02	14:02	14:06	복지(전화)
14:02	14:04	14:06	통합
14:04	14:06	14:08	통합
14:04	14:08	14:20	통합
14:05	14:08	14:14	통합 → 복지(14:11)
14:06	14:10	14:22	통합
14:06	14:10	14:22	통합
14:08	14:20	14:23	통합
14:09	14:22	14:23	통합 → 이탈
14:09	14:23	14:33	통합
14:11	14:11	14:15	복지(현장)
14:12	14:23	14:24	통합
14:13	14:23	14:27	통합
14:14	14:24	14:25	통합 → 이탈
14:15	14:25	14:26	통합
14:16	14:26	14:27	통합
14:16	14:27	14:30	통합
14:16	14:27	14:29	통합
14:25	14:29	14:30	통합
14:25	14:30	14:41	통합
14:26	14:30	14:38	통합
14:26	14:27	14:37	복지(현장)
14:32	14:34	14:35	통합 → 이탈
14:32	14:35	14:37	통합
14:32	14:37	14:41	통합
14:33	14:37	14:38	복지(현장)
14:33	14:37	14:39	복지(현장)
14:34	14:38	15:07	통합
14:34	14:41	14:46	통합
14:41	14:41	14:55	통합
14:43	14:46	14:49	통합
14:48	14:49	14:54	통합
15:02	15:02	15:11	통합
15:04	15:11	15:17	통합

15:13	15:13	15:14	통합
15:13	15:13	15:30	통합
15:15	15:16	15:19	통합
15:16	15:17	15:22	통합
15:17	15:19	15:22	통합
15:20	15:20	15:30	복지(현장)
15:22	15:24	15:26	통합
15:23	15:24	15:25	통합 → 이탈
15:25	15:25	15:33	통합
15:30	15:30	15:33	통합
15:30	15:35	15:40	통합
15:33	15:33	15:49	통합
15:40	15:40	15:45	통합
15:41	15:41	15:50	통합
15:41	15:45	15:49	통합
15:46	15:49	15:52	통합
15:48	15:49	16:02	통합
15:49	15:50	15:52	통합
15:50	15:52	15:55	통합
15:50	15:50	15:52	복지(전화)
15:51	15:51	15:57	복지(전화)
15:52	15:52	15:59	통합
15:54	15:55	15:58	통합
15:55	15:58	16:11	통합
15:57	15:59	16:02	통합
16:11	16:11	16:15	통합
16:16	16:16	16:17	복지(현장)
16:16	16:16	16:23	복지(현장)
16:20	16:20	16:24	통합
16:24	16:24	16:30	복지(현장)
16:26	16:26	16:27	통합 → 이탈
16:26	16:26	16:28	통합
16:28	16:28	16:32	통합
16:28	16:30	16:41	복지(현장)
16:33	16:33	16:36	통합

16:34	16:34	16:40	통합
16:36	16:36	16:40	통합
16:41	16:41	16:47	통합
16:51	16:51	16:54	통합
16:59	16:59	17:07	통합
17:03	17:03	17:05	통합
17:04	17:04	17:10	통합
17:06	17:06	17:29	통합
17:15	17:15	17:16	복지(현장)
17:16	17:16	17:19	통합
17:29	17:29	17:32	통합
17:33	17:33	17:37	통합

* 통합 → 이탈: 잘못 와서 복지민원창구로 들어왔다가 바로 나간 인원

* 통합 → 복지: 통합민원창구를 거쳐서 복지민원창구로 간 인원

* 통합 → 복지(숫자): 숫자는 통합민원창구에서 나와 복지민원창구에서 민원처리를 시작한 시각, 현장에서 복지민원창구로 넘어갈 때 대기시간 발생한적 없음