

농촌중심마을의 공간적 입지-배분 모형의 개발(I)

- 모형의 개발 및 검증 -

Development of a Spatial Location-Allocation Model of Center Villages (I)

- Development and Verification of Model -

김 대 식* · 정 하 우**
Kim, Dae Sik · Chung, Ha Woo

Abstract

In this study, a spatial location-allocation model of center villages (SLAMCV) was developed for selecting spatial center villages and allocating their rear villages. In SLAMCV, rural space was considered as a network with villages for nodes and roads for connecting lines. For quantification of residents' accessibilities in the network, a disutility index (DUI) was developed and used, which is dependent upon travelling distance between the center and its hinter villages, design vehicle speed in connecting road and population of hinter villages. SLAMCV was verified to Christaller's hexagonal hierarchical settlement system to test the theoretical reasonability and computing algorithm of the model.

I. 서 론

정부는 농촌개발정책으로서, 면 단위의 정주권 개발사업을 실시해오고 있다. 이 사업의 투자효과를 높이기 위해 면 내부에 있는 마을들 중에서 몇 개의 중심지를 선정하고 집중투자하는 방안이 제시되어왔다. 그러나 중심지를 선정에 적용할 수 있는 객관적이고 합리적인 방안이 거의 없는 것으로 파악되었다. 따라서 농촌마을들의 시스템으로부터 중심마을들의 입지와 배분을 동시에 해석할 수 있는 모형의 필요성이 대두되었다. 여기서, 입지-배분의 문제는 어느 지점으로부터 서비스를 제

공받는 배후지역에 관한 수요를 알고 있을 때 제 공 지점을 어디에 둘 것인가 하는 입지문제와 분포된 모든 배후지역의 수요자들이 서비스를 균등히 배분 받게 할 수 있도록 지점들을 배분하는 문제로 나누어진다.²⁾

그 동안의 중심지 입지에 관한 연구는 최소가중 거리를 최소화하는 지점에 중심지가 입지 한다는 일반적 이론을 제안한 것이 대부분 연구의 주류를 이루어 왔다. 또한 실제 문제의 해석에 적용된 경우에도, 적은 수의 노드로 구성된 도로망에서 단일 중심지 선정을 시도한 것이 중심지 입지 연구의 주를 이루었다. 그러나 보다 많은 수십 개의

*서울대학교 농업개발연구소

**서울대학교 생물자원공학부

키워드 : 입지이론, 중심지이론, 입지배분 모형, 다수 중심지 모형, 중심마을, GIS

노드와 도로들로 구성된 네트워크 공간에서 다수의 중심지를 선정하고 중심지의 배후지역을 동시에 해석한 입지-배분 모형에 관한 연구는 계산 알고리즘 등의 문제들로 인하여 지금까지 거의 실현되지 못하였다.

따라서 본 연구는 실제 농촌의 도로와 마을들로 연결된 네트워크 공간상에서 단일 및 다수의 공간적 중심지들을 선정하고 각 중심지들의 배후지역들을 동시에 모의할 수 있는 중심마을의 공간적 입지-배분 모형을 개발하는데 목적이 있다. 본 보(Ⅰ)에서는 이론적 및 전산 모형의 개발과 모형의 검증을 다루고(Ⅱ)에서는 실제 지역에 적용하여 모형의 응용성을 평가한다.

Ⅱ. 입지-배분 연구의 동향

공식적인 입지이론은 Alfred Weber의 연구에서 유래하였으며, Walter Isard가 이론의 유일성을 증명한 바 있다.¹⁸⁾ 입지 문제는 교통, 최소 노선 선정, 판매원 이동, 최소 신장나무해석, 중국 배달부, 그리고 최적 네트워크 설계에 관한 문제들 등 다양한 현실적인 문제를 해석하기 위하여 발전되어 왔다.¹⁴⁾ 이러한 문제들은 크게 사유시설과 공공시설 입지로 구분된다.

사유시설 입지는 일반적으로 선형 상점 입지를 해석한 Hotelling의 논문을 효시로 한다. 여기서 수요자들은 최근접시설을 선호하며 한 시설에 의해 지배되는 지역 내에 있는 모든 수요자들은 같은 시설을 선호한다는 가정을 전제로 하고 있다.¹⁶⁾ 반면, 공공시설 입지 문제 해석은 입지에 관한 연구의 주를 이루어 왔는데, 대부분 배후지역으로부터 접근성 또는 유효성을 해석하는 것으로 요약할 수 있다.¹³⁾ Ossenbruggen 등(1992)³²⁾은 의사결정 과정을 지원하기 위하여 이동 비용을 최소화하는 목적함수를 선형계획법으로 해석하였고, Densham 등(1996)¹⁵⁾은 최소 작업부하를 필요로 하는 농촌 공공 서비스 시설들의 입지를 선정하였으며, Higgs & White(1997)²⁰⁾은 농촌 소외지역에서 우체국에 대한 접근성을 분석하였으며, Aultman-

Hall 등(1997)⁹⁾은 도보거리를 최소화하는 접근성을 해석하였다.

컴퓨터로 실제 계산을 위해서, 연구자들은 해석 공간을 2차원 평면이나 도로망(네트워크)으로 고려해 왔다.²²⁾ 2차원 평면에서 Mehrez & Stulman(1982)²⁷⁾은 시설 입지를 위한 최대커버입지문제(maximal covering location problem, MCLP)를, Church(1984)¹³⁾는 평면 최대커버 입지문제(planar maximal covering location problem)를, 그리고 Drezner 등(1996)¹⁷⁾은 평면공간 내부에서 위험시설의 입지 문제를 해석하였다. 또한 이 등(1997)⁷⁾은 GIS를 활용하여 은행입지를, 강 등(1997)¹⁾은 GIS를 이용한 도시 토지이용 입지특성을, 그리고 이 등(1996)⁶⁾은 농산물 유통시설의 적정 입지를 해석한 바 있다. 도로망에서, Manguenaud 등(1992)²⁶⁾은 도시를 노드(node)로 도로를 선으로 표현한 바 있는데, 대부분 중심지 입지-배분 모델은 도로망에서 공급지점과 수요지점을 노드로 표현하여 해석하였다.

한편, 중심지 이론은 Christaller에 의해 효시되었고 Losch가 체계화하였는데, 이것은 자연조건이나 부존자원의 차이가 없는 동질적인 공간에서도 규모의 경제나 수송비 등에 의해 공간상에 인구 밀도의 차이가 생긴다는 것이다.⁵⁾ 이 이론은 촌락 크기, 기능, 성장패턴의 분석 등에 이용되어 왔다. 여기서 중심지는 배후지역의 소비에 관한 기능, 조직적 활동의 거점, 교통, 정보의 중심 기능을 가지고 있다.⁴⁾ Chen 등(1984)¹²⁾은 중심지를 선정하기 위하여 양방향 네트워크를 고려한 바 있다. Raa(1984a, 1984b)^{34),35)}는 공간상호작용이론의 균형문제를 모형화 하였으며, Naevdal 등(1996)³⁰⁾은 도로 네트워크 내에 읍들(towns)의 공간적 상호작용을 위한 모형을 제시하였다. Kaiser 등(1993)²²⁾은 중심점, 균형 위치와 위험시설 입지 문제에 관한 일반적인 정의로서 두 점 사이 거리의 제곱의 합 또는 곱을 최소화하는 수학적 모델을 제시하였다. 여기서, 중심지 입지 모델들은 실제 문제의 해석적 측면에서 볼 때 크게 단일시설 입지와 다수시설 입지 해석으로 구분할 수 있다.

단일시설 입지 문제(single facility problem)는 점의 집합으로 주어진 지점으로 부터 반경내에 있는 수요지점들의 숫자를 최대화하는 점을 찾는 것이며,²⁷⁾ 중심지(시설)는 수요자들로부터 최대거리를 최소화하기 위한 곳에 입지한다.¹³⁾ 이 입지문제의 해석 연구는 도로망에서 쓰레기처리장의 입지 선정,^{24),29)} 기존시설들 중에 새로운 단일 위험시설을 위치시키는 문제 해석,²⁸⁾ 이익의 최대화 입지,^{19),37)} 기존 시설들 중에 새로운 단일 시설의 입지를 해석한 예¹⁶⁾가 있다. 많은 연구자들의 관심을 모아온 다수시설 입지문제 해석은 수요자가 최 근접 시설에 접근하는 최대거리를 최소화하기 위한 시설들의 입지 해석을 다루며,¹³⁾ 모든 수요지점들을 만족시킬 수 있는 시설의 수를 최적화²⁷⁾ 하는 것으로, 공간 선택에서 의사결정자들이 고려할 수 있는 하나 이상의 시설의 집합체를 선정하는 것이다.²³⁾ 다수시설이 계층적으로 입지하는 경우에 Christaller는 삼각망에 의해 도시들의 계층적 체계를 공식화하였고,³¹⁾ Lolonis 등(1993)²⁵⁾은 지역 균등 분배를 위하여 행정구역 구분 측면에서 입지배분 모델을 제안하였으며, Braid(1996)¹¹⁾는 소비자의 분포를 고려한 주 시설과 하부시설로 구성된 계층적 시설 입지를 최적화한 바 있다. 일반적인 다수시설의 입지 연구는 다수의 공장과 수요지와의 배분문제 해석,³³⁾ 테니스장과 같이 그룹에 의해 사용되는 점 시설들의 입지 최적화 문제³¹⁾에 관한 해석 예를 볼 수 있다. 그러나 다수시설 입지의 경우에 몇 개의 소규모 한정된 점들의 집합에서 최적해를 구하는 것은 용이하지만 도로망 위에 노드의 수가 많을 때 해를 구하기 어려워 실제로 적용된 것이 거의 없는 것으로 알려져 왔다.^{27),31)} 그러므로 본 연구에서는 많은 마을들과 도로들로 구성된 네트워크 상에서 단일 및 다수 중심지 입지-배분 문제를 동시에 해석할 수 있는 모형을 개발하고자 한다.

Ⅲ. 모형의 개발

1. 수학적 모형의 전개

본 연구에서는 모형의 개발을 위하여 다음과 같은 전제조건을 설정하였다. 첫째, 해석대상 면 지역의 생활권은 공간적으로 지역이 폐쇄되어 있고, 둘째, 기존 자연마을을 수요지점으로 하는 영역 내에 중심마을과 배후마을이 존재하며, 셋째, 배후마을 주민들은 자연마을 단위로 동일한 정주생활권을 형성한다. 이 전제조건에 따라 구체적인 모형의 개발을 위해 다음과 같이 가정하였다.²⁾

- ① 해석 공간은 도로망과 마을로 구성되며, 도로는 선으로 마을은 노드(node)로 추상화 된다.
 - ② 노드에서 수요는 인구로 정의되고, 한 노드에서 모든 사람들은 같은 중심지에 접근한다.
 - ③ 수요 노드에서 할당된 중심 노드까지 도로상의 최단거리로 이동한다.
 - ④ 도로의 부하량(impedence)은 할당된 중심 노드에서 수요 노드까지 거리에 따라 증가한다.
 - ⑤ 중심 노드가 다수일 때 각 수요 노드에서는 가까운 중심 노드에 접근한다.
- 농촌마을의 공간적 중심성의 계량적인 척도를 개발하기 위하여 배후마을 주민들이 중심마을에 접근하는데 걸리는 시간의 정도를 불편도(disutility index, DUI)로 정의하였다. 이 불편도를 일반편의함수(utility function)의 형태로 식 (1)과 같이 정의하였다.²⁾

$$DUI = F(y_1, \dots, y_r) \dots\dots\dots (1)$$

여기서 y 는 배후마을 주민이 중심마을에 접근하는 접근성에 영향을 미치는 인자이며, r 은 인자의 개수이다.

중심마을과 배후마을 노드사이의 최소가중거리를 구하기 위하여 두 노드사이의 거리와 가중치를 고려하여 식 (1)을 식 (2)와 같이 정의하였다.

$$DUI = F(w, d) \dots\dots\dots (2)$$

여기서 w 는 두 노드사이의 가중치 또는 부하량 (impedence)이며, d 는 두 노드사이의 거리이다. 식 (2)를 이산 형태로 중심마을 노드 i 와 배후마을 노드 j 의 관계에서 유도하면 식 (3)과 같다.

$$DUI_i = \sum_{j=1}^n w_{ij} d_{ij} x_{ij} \dots \dots \dots (3)$$

여기서 n 은 전체마을 노드의 개수, w_{ij} 는 중심마을 노드 i 에서 배후마을 노드 j 에 이르는 부하량, d_{ij} 는 두 마을 노드 사이의 도로상의 최단거리를 나타내고, x_{ij} 는 (0,1)의 값을 가지는 더미변수로서 $i=j$ 이면 0, 그렇지 않으면 1이다.

본 연구에서는 식 (3)의 가중치 w_{ij} 를 도로의 설계속도와 마을 인구의 두 가지를 고려하여 식 (4)와 같이 정의하였다.

$$w_{ij} = M_j \left(\frac{\alpha}{v_{ij}} \right) \dots \dots \dots (4)$$

여기서 M_j 는 배후마을 노드 j 의 인구, v_{ij} 는 i, j 사이 도로 설계속도, α 는 계수로서 일반적으로 60km/hr을 사용하고 있는데,³⁶⁾ 본 연구에서는 이를 채택하였다. 식 (4)는 배후마을 주민 1인당, 단위거리당 이동시간으로 환산되는데, 이것은 배후마을 주민이 중심마을로 접근하는 접근성을 상대적으로 비교하기 위한 것이다.

식 (4)를 식 (3)에 대입하여 최종적인 불편도 방정식(disutility equation)을 식 (5)와 같이 정의하였다.

$$DUI_i = \sum_{j=1}^n M_j \left(\frac{60}{v_{ij}} \right) d_{ij} x_{ij}, \quad \forall i \dots \dots \dots (5)$$

식 (5)의 불편도 DUI 는 임의의 마을 i 를 중심마을로, 나머지 마을을 배후마을로 설정하였을 경우에 각 마을이 가지는 값이다. 중심마을과 배후마을사이의 거리가 멀수록, 도로의 설계속도가 적을수록, 그리고 이동하는 배후마을의 인구가 많을수록 커지는 값이다. 그러므로 이 값이 적을수록 접근성은 좋아진다.

이로부터 식 (5)로부터 i 를 중심마을 후보 노드, j 를 배후마을 후보 노드로 하여 공간적 중심마을(central village, CV)의 위치선정 방정식을 DUI 를 최소화하도록 식(6)과 같이 정의하였다.

$$CV_{no} = \emptyset(\min DUI_i), \quad i = 1, \dots, n \dots \dots \dots (6)$$

여기서 CV_{no} 는 중심마을로 선정된 마을의 고유번호, \emptyset 는 최소 DUI 를 가지는 마을의 고유번호 i 를 나타내는 함수이다.

식 (6)은 지역 경계 내에서 중심마을을 하나 선정할 때 적용될 수 있는 단일 중심마을 선정 방정식이다.

중심마을을 m 개 선정할 경우에는 중심마을 후보군(m 개의 마을 쌍)을 동시에 선정하고 나머지를 배후마을로 하였을 때, 각 배후마을에서 최소가중거리가 가까운 중심마을 후보를 택하고, m 개 중심마을 후보 각각에 대한 DUI 를 계산한 후 이를 합하여 다수 중심마을을 선정할 수 있는 방정식을 식 (7)과 같이 정의하였다.

$$CV_{no} = \emptyset(\min PDUF^s), \quad s = 1, \dots, pm \dots \dots \dots (7)$$

$$PDUF^s = \sum_{i=1}^m DUI_i^s \dots \dots \dots (8)$$

여기서 CV_{no} 는 임의로 선정된 m 개의 중심마을 후보들의 번호를 나타내는 벡터, \emptyset 는 중심마을 쌍의 고유번호 s 를 나타내는 함수, m 은 중심마을 개수, s 는 마을 쌍 조합 번호, $PDUF^s$ 는 s 번째 중심마을 쌍의 중심마을 잠재력의 합, pm 은 n 개 마을에서 m 개 마을 쌍을 조합한 개수이다.

식 (7)은 지역 전체 배후마을에서 m 개 생활권의 각 중심마을에 접근하는 불편도의 합을 최소화하는 것이다. 여기서 인구수, 도로 부하, 도로길이의 조건이 동일한 등분포 균일 평야지역의 경우에는 지역을 등면적으로 분할하는 다수의 중심점이 된다. 식 (7)에서 중심마을 개수 m 이 1일 경우에는 식 (6)의 단일 입지 문제와 같게 된다.

2. 전산모형의 개발

식 (5)~(6)로부터 중심마을의 공간적 입지-배분 모형 SLAMCV를 Fig. 1과 같이 개발하였다.

Fig. 1에서 보는 바와 같이 중심마을과 배후마을 사이의 네트워크 상의 최단 거리는 Graph 이론 중에서 Dijkstra의 최소 노선 추적 알고리즘을 사용하였다.

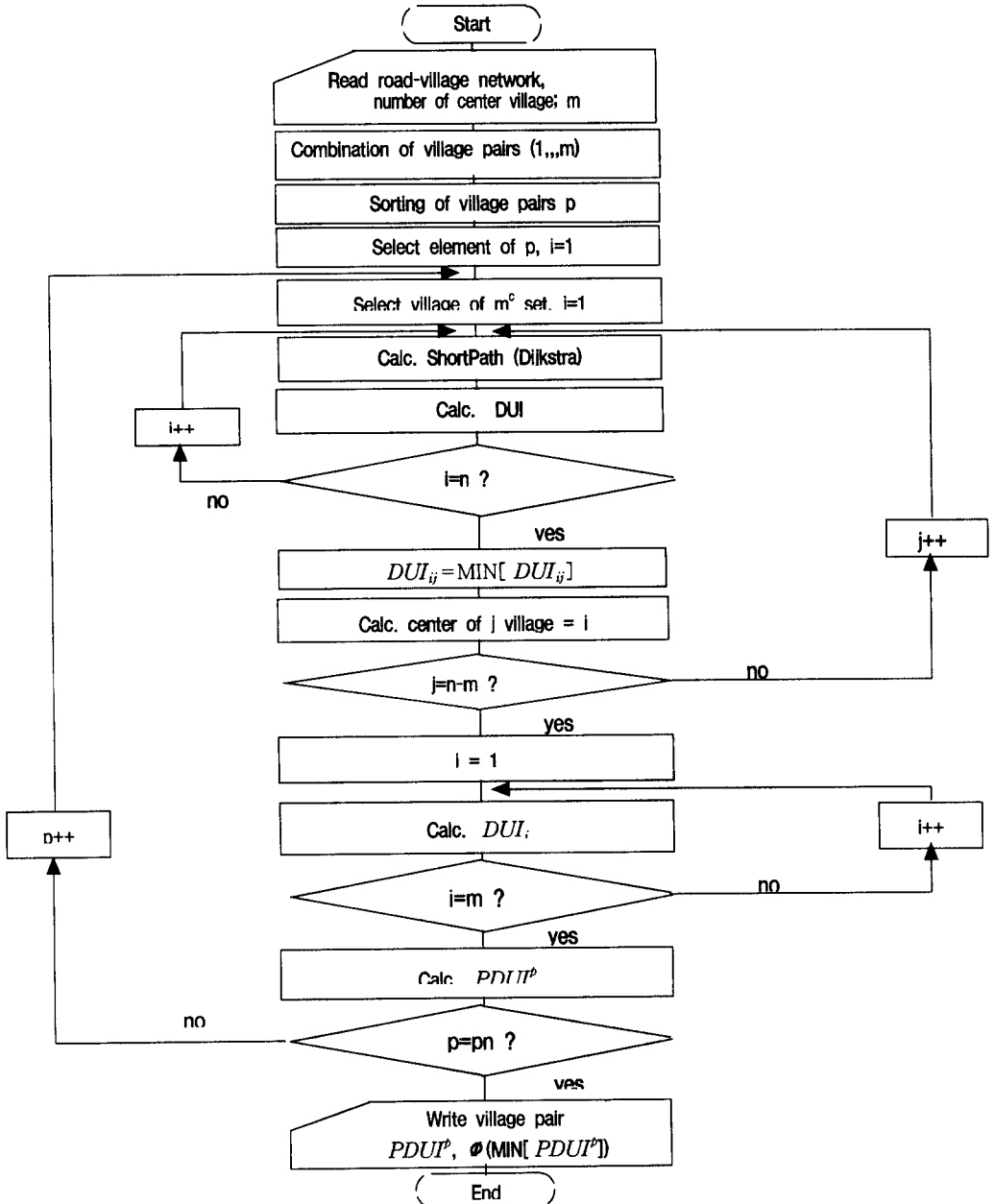


Fig. 1 Flowchart of SLAMCV

3. 모형의 입출력 자료

모형의 입력자료는 도로와 마을의 노드로 구성된 네트워크 자료이다. 이 자료는 ARC/INFO에서 구축된 도로 커버리지(coverage)에 마을의 위치를 노드로 표시하였다. 도로(arc)의 속성자료는 AAT(arc attribute table)에 도로종류(type), 포장유무(state), 차선수(order), 설계속도(velocity)를 입력하고, 마을(node)의 속성자료는 NAT(node attribute table)에 마을번호(number of village)와 마을인구(population)를 입력하였다.

설계속도는 도로 설계에 설정된 기본자료를 이용하였다. 이 자료는 도로종류와 최소 차선 폭에 따라 정해진다. 본 연구에서는 Table 1.의 자료³⁾를 사용하였다. 여기에 포함되지 않은 마을 접근도로인 경우 1차선 비포장 도로는 20km/hr, 1차선 포장 도로는 40km/hr의 값을 적용하였다. 최종 입력자료는 ARC/INFO의 INFO 모듈에서 AAT와 NAT 테이블을 EXPORT시켜 사용하였다.

Table 1 Design speed according to road class³⁾

Class of road		Principal	Sub-principal	Local	Remarks
Speed (km/hr)	Flat section	80	70	50	±20 by topographical condition
	Hilly section	60	50	40	

본 모형은 네트워크상의 하나 또는 다수의 공간적 중심마을 번호, 각 마을의 *DUI*, 그리고 각 중심마을로 접근하는 배후마을의 번호들을 출력한다.

IV. 모형의 검증

1. 검증 대상의 선정

모형의 검증 방법으로 Christaller의 육각형 계층적 네트워크 모델을 선정하였다. Christaller의 육각형 모델은 인구분포가 균일한 무경계 평야지대

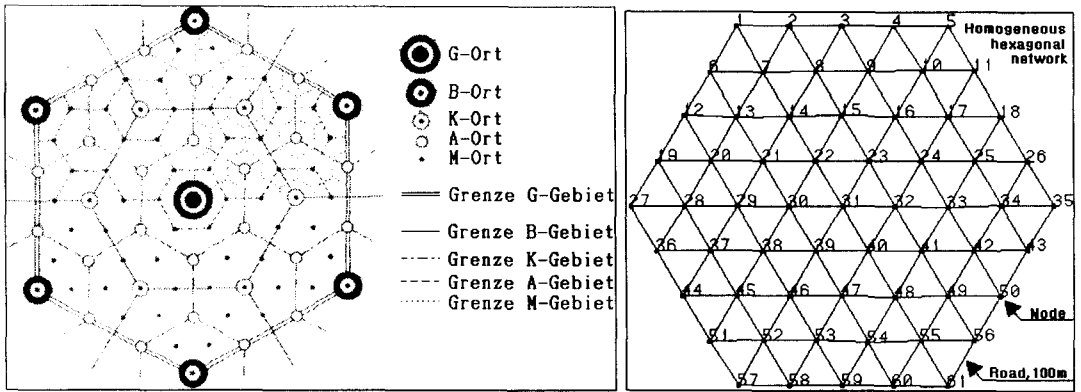
에 적용이 가능하다. 이 육각형 구조는 정삼각형으로 이루어진 네트워크의 각 노드를 수요지점으로 한다. 그리고 네트워크 공간의 균등 분할 중심지를 선정할 수 있는 특징을 가지고 있으므로 모형의 검증에 용이하다. 이런 특징을 가진 육각형 네트워크의 모든 노드에 인구를 동일하게 설정하고 도로의 간격과 부하량을 균일하게 설정하면 동일 수준의 다수 중심지는 육각형을 균등 분할하는 중심지가 된다. 따라서 모형에 입력되는 중심지 개수에 따라 육각형 네트워크가 균등 분할되는 지역부를 검증 대상으로 하였다.

이로부터 무경계 평야지대를 모식화한 것으로서, 인구분포가 균일한 육각형 네트워크를 Fig. 2. 과 같이 각 도로의 길이는 100m, 속도는 60km/hr, 각 노드의 인구는 1명으로 설정하여 구성하였다. 이 네트워크는 전체 61개의 노드와 157개의 도로 구간으로 구성되었는데, 네트워크의 좌상에서 우하까지 1부터 61까지 일련번호를 각 노드에 입력하였으며, 이 육각형 네트워크에 대하여 중심지를 하나에서 다섯개까지 모의 발생하여 균등분할 중심지와 비교하였다.

2. 검증 결과 분석

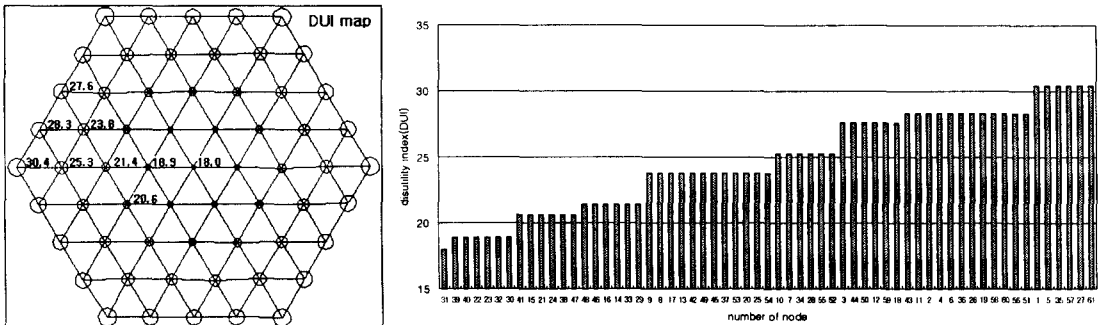
중심지를 하나 선정한 모의 발생 결과를 Fig. 3. 에 나타내었다. Fig. 3.은 각 노드가 중심지가 되었을 경우에 각 노드에 해당되는 *DUI*값의 크기를 최소값에서 최대값까지 나타낸 것인데, 육각형의 중심지인 31번 노드가 최소값을 나타내었다. 31번 노드에 연결된 22, 23, 30, 32, 39, 40번의 6개 노드에서 그 다음 값을 나타내었으며, 중심노드에서 멀어질수록 값이 커지는 것을 알 수 있다.

중심지를 하나에서 다섯 개까지 모의 발생한 결과를 Table 2.에 나타내었으며, Fig. 4.에는 두개에서 다섯 개까지 모의 발생 결과의 예를 하나씩 나타낸 것이다. Table 2.에서 보는 바와 같이, 중심지가 두개일 때는 *DUI*의 합이 14.0인 동일한 분할 중심점 3쌍이 발생되었으며, 중심지가 세개일 때는 *DUI* 값이 11.0인 9쌍, 네개일 때는 *DUI* 값이



㉓ Christaller's hierarchical settlement system.(Okabe et al.(1992)³¹⁾, ㉔ Road-village network

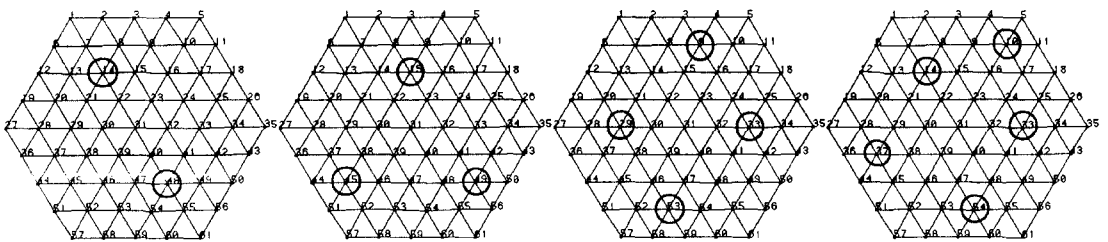
Fig. 2 Hexagonal network of road-village for test of SLAMCV



㉓ Disutility index map.

㉔ Distribution of disutility index, DUI, of each node.

Fig. 3 One center point simulation for hexagonal network by SLAMCV



㉓ Two center points.

㉔ Three center points.

㉕ Four center points.

㉖ Five center points.

Fig. 4 Examples of multiple center points simulated by SLAMCV

9.4인 35쌍, 다섯개일 때는 DUI 값이 8.3인 15쌍이 모의 발생되었다. Fig. 4에서 보는 바와 같이, 분할된 각 중심지는 전체 네트워크를 등분하는 중심지에 위치하고 있으며, 이들 중심지를 연결하면

삼각망이 형성되는 것을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 모의 발생된 결과가 이론적 균등 분할 중심지와 일치하는 것을 나타내고 있는 것이다.

Table 2 The results of central points simulation for Christaller's hexagonal network

No	C's pair		C's DUI		PDUI	ADUI				
1	31		18.00		18.00	18.00				
2	48	14	6.2	7.8	14.00	7.00				
	46	16	6.2	7.8	14.00					
	33	29	6.2	7.8	14.00					
3	54	24	2.6	4.6	3.9	11.10	3.70			
	54	25	2.6	3.1	5.4	11.10				
	54	20	3.3	3.6	4.2	11.10				
	53	24	2.6	4.9	3.6	11.10				
	53	24	3.1	4.4	3.6	11.10				
	53	25	2.6	3.4	5.1	11.10				
	45	49	2.6	3.1	5.4	11.10				
	45	42	3.1	2.9	5.1	11.10				
4	54	37	33	8	1.2	2.5	2.4	3.3	9.4	2.35
	54	37	25	14	1.6	2.1	2.6	3.1	9.4	
	54	33	28	8	2.1	2.4	1.9	3	9.4	
	54	33	28	9	2.1	2.2	2.3	2.8	9.4	
	54	33	29	9	1.7	2	2.9	2.8	9.4	
	54	29	34	8	1.9	2.7	2.0	2.8	9.4	
	54	29	34	9	1.9	2.9	1.6	3	9.4	
	54	29	25	8	2.1	2.7	2.1	2.5	9.4	
	55	45	25	14	1.2	2.3	2.3	3.6	9.4	
	55	45	14	17	1.6	2.3	2.7	2.8	9.4	
	55	37	25	14	1.6	2.4	2.3	3.1	9.4	
	52	49	20	16	1.2	2.3	2.3	3.6	9.4	
	52	49	13	16	1.6	2.3	2.4	3.1	9.4	
	52	42	20	16	1.6	2.4	2.3	3.1	9.4	
	53	42	29	9	1.2	2.5	2.4	3.3	9.4	
	53	42	20	16	1.6	2.1	2.6	3.1	9.4	
	53	33	28	8	1.9	2.9	1.6	3	9.4	
53	33	28	9	1.9	2.7	2.0	2.8	9.4		

No.	C's pair				C's DUI				PDUI	ADUI		
4	53	33	29	9	1.7	2.5	2.4	2.8	9.4	2.35		
	53	33	20	9	2.1	2.7	2.1	2.5	9.4			
	53	29	34	8	2.1	2.2	2.3	2.8	9.4			
	53	29	34	9	2.1	2.4	1.9	3	9.4			
	48	45	25	14	1.6	2.1	2.1	3.6	9.4			
	48	45	25	7	1.8	2.5	2.5	2.6	9.4			
	48	45	14	17	1.8	2.1	2.7	2.8	9.4			
	48	37	25	7	2	2.6	2.5	2.3	9.4			
	48	37	25	8	2	2.8	1.6	3	9.4			
	48	37	17	7	2.2	2.6	2.6	2	9.4			
	46	49	20	16	1.6	2.1	2.1	3.6	9.4			
	46	49	13	17	2	1.6	2.8	3	9.4			
	46	42	20	16	1.8	2.4	2.1	3.1	9.4			
	46	42	20	9	2	2.8	1.6	3	9.4			
	46	42	20	10	2	2.6	2.5	2.3	9.4			
	46	42	13	10	2.2	2.6	2.6	2	9.4			
	45	49	14	17	2.1	2.1	2.7	2.5	9.4			
5	53	42	28	14	1.4	1.9	1.2	2	1.8	8.3	1.66	
	54	37	33	14	1.2	2.1	1.8	2	1.2	8.3		
	53	42	29	17	1.2	1.9	2.2	1.2	1.8	8.3		
	48	45	25	20	1.8	1.4	1.6	1.2	2.3	8.3		
	53	42	29	16	1.2	2.1	1.8	2	1.2	8.3		
	54	45	33	13	1	1.4	2.2	1.9	1.8	8.3		
	54	45	33	13	10	1	1.4	2	2.3	1.6		8.3
	54	37	34	13	16	1.4	1.9	1.2	1.4	2.4		8.3
	54	45	34	13	16	1.2	1.4	1.2	2.1	2.4		8.3
	54	45	33	20	9	1	1.2	2.2	1.4	2.5		8.3
	52	49	28	14	17	1	1.8	1	2	2.5		8.3
	54	42	37	13	16	1	1.4	1.9	1.4	2.6		8.3
	55	52	33	20	9	0.6	1.4	2	1.8	2.5		8.3
53	42	37	13	16	1	2.1	1.2	1.4	2.6	8.3		
54	45	42	13	16	0.8	1.4	1.4	2.1	2.6	8.3		

Note) No : The number of centers, ADUI: Average DUI of each center

V. 요약 및 결론

본 연구에서는 면 단위 농촌개발의 중심마을 선정에 적용할 수 있는 중심마을의 공간적 입지-배분 모형을 개발하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 농촌마을의 공간적 중심성 척도를 계량화하기 위하여 마을을 노드로, 도로를 선으로 정의하고, 배후마을의 인구와 배후마을에서 중심마을에

이르는 도로길이, 도로부하량을 고려한 최소가중거리로부터 계산되는 불편도 *DUI*를 개발하였다.

2. 단일 중심지 선정을 위해서 *DUI*를 최소화하는 방정식과 다수 중심지 선정을 위해서 다수 중심지의 *DUI*의 합인 *PDUI*를 최소화하는 방정식을 유도하였다.

3. Graph 이론의 Dijkstra 최단거리 추적 알고리즘을 이용하여 도로-마을 네트워크에서 *DUI*와 *PDUI*를 계산하는 공간적 중심마을의 입지-배분

모형 SLAMCV를 개발하였다.

4. 모형을 Christaller의 육각형 계층적 네트워크 모델과 비교·검증하였다. 중심점을 하나에서 다섯개까지 모의 발생한 결과, 중심점이 하나일 경우에 육각형의 중심 노드의 DUI가 최소값을 나타내었다. 중심노드가 2개일 때는 중심노드 DUI의 합이 동일한 3쌍이 발생되었다. 중심노드가 3개, 4개, 5개일 때에도 각 중심노드들은 육각형 네트워크를 등분 포괄하였다. 각 중심노드들은 삼각망을 형성하여 모의 발생한 결과가 Christaller의 이론적 균등 분할 중심점과 일치하는 결과를 얻었다.

이상의 결과로부터 본 연구에서 개발된 공간적 중심성의 계량적 척도인 불편도 *DUI*에 의해 먼 단위 농촌 생활권에서 공간적 중심성을 객관적으로 평가할 수 있을 것으로 보였으며, *PDUI*를 최소화하는 다수중심지의 선정과 각 중심지의 배후마을을 합리적으로 배분할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 강병기, 권일, 김태현, 1997, GIS를 이용한 도시토지이용의 입지특성 및 변화 파악 방법 - 강남 신시가지를 대상으로-, 한국GIS학회지, vol. 5, no. 1, 27-41.
2. 김대식, 1999, 지리정보시스템과 다기준평가법을 이용한 농촌중심마을 계획 모의모형의 개발에 관한 연구, 서울대학교 박사학위논문.
3. 농어촌진흥공사, 1992, 농어촌중심마을 정주체계의 개발 및 정비 (II) -중심마을 개발모형 연구-
4. 농업진흥공사, 1986, 농촌계획기술자료집.
5. 박종화, 윤대식, 이종열, 1995, 지역개발론, 전영사.
6. 이정재, 김대식, 정하우, 1996, 농산물 유통시설의 적정배치와 운영을 위한 GIS 응용모형 개발, 한국농공학회지, 제38권, 제2호, 87-96.
7. 이희연, 김은미, 1997, GIS기법을 활용한 은행 입지분석에 관한 연구 -서울시 강남구를 사례

- 로 하여-, 한국GIS학회지, vol. 5, no. 1, 11-26.
8. 홍경희, 1993, 촌락지리학, 법문사.
9. Aultman-Hall, Lisa, Matthew Roorda, and Brian W. Baetz, 1997, Using GIS for evaluation of neighborhood pedestrian accessibility, Journal of Urban Planning and Development, vol. 123, no. 1, 10-17.
10. Beguin, Hubert, 1982, City-size distribution and central place models: A suggestion, Journal of Regional Science, vol. 22, no. 2, 225-239.
11. Braid, Ralph M., 1996, The optimal locations of branch facilities and main facilities with consumer search, Journal of Regional Science, vol. 36, no. 2, 217-234.
12. Chen, M. L., R. L. Francis, and T. J. Lowe, 1984, P-centers on bitrees, Journal of Regional Science, vol. 24, no. 2, 203-217.
13. Church, Richard L., 1984, The planar maximal covering location problem, Journal of Regional Science, vol. 24, no. 2, 184-201.
14. Current, John, Chales ReVelle and Jared Cohon, 1984, The shortest covering path problem: An application of locational constraints to network design, Journal of Regional Science, vol. 24, no. 2, 161-183.
15. Dehsham, P. J. and G. Rushton, 1996, Providing spatial decision support for rural public service facilities that require a minimum workload, Environment and Planning B: Planning and Design, vol. 23, 553-574.
16. Drezner, Tammy, 1994, Locating a single new facility among existing, unequally attractive facilities, Journal of Regional Science, vol. 34, no. 2, 237-252.
17. Drezner, Zvi and George O. Wesolowsky, 1996, Obnoxious facility location in the interior of a planar network, Journal of Regional Science, vol. 35, no. 4, 675-688.

18. Friedmann, John and William Alonso, 1964, Regional development and planning, The M.I.T. Press.
19. Hansen, Pierre, Dominique Peeters and Jacques-Francois Thisse, 1997, Facility location under zone pricing, *Journal of Regional Science*, vol. 37, no. 1, 1-22.
20. Higgs, G. and S. D. White, 1997, Changes in service provision in rural areas, Part 1: The use of GIS in analysing accessibility to services in rural deprivation research, *Journal of Rural Studies*, vol. 13, no. 4, 441-450.
21. Kaiser, Edward J. and David R. Godschalk, 1995, Twentieth century land use planning, *Journal of the American Planning Association*, vol. 61, no. 3, 365-385.
22. Kaiser, J. Mark and Thomas L. Morin, 1993, Center points, equilibrium positions, and the obnoxious location problem, *Journal of Regional Science*, vol. 33, no. 2, 237-249.
23. Kanaroglou, Pavlos S. and Mark R. Ferguson, 1996, Discrete spatial choice models for aggregate destinations, *Journal of Regional Science*, vol. 36, no. 2, 271-290.
24. Lindquist, Robert C., 1987, Applying a geographic information system to the site selection of a regional landfill, GIS '87-San Francisco: Second Annual International Conference, 621-627.
25. Lolonis, Panagiotis and Marc P. Armstrong, 1993, Location-allocation models as decision aids in delineating administrative regions, *Comput., Environ., and Urban Systems*, vol. 17, 153-174.
26. Mainguenaud, M. and X. T. Simatic, 1992, A data model to deal with multi-scaled networks, *Comput., Environ., and Urban Systems*, vol. 16, 281-288.
27. Mehrez, Abraham and Alan Stulman, 1982, The maximal covering location problem with facility placement on the entire plane, *Journal of Regional Science*, vol. 22, no. 3, 361-365.
28. Melachrinoudis, Emanuel and Thomas P. Cullinane, 1985, Locating an undesirable facility within a geographical region using the maximin criterion, *Journal of Regional Science*, vol. 25, no. 1, 115-127.
29. Murray, Alan T. and Richard L. Church, 1995, Solid-waste-disposal site location, *Journal of Urban Planning and Development*, vol. 121, no. 3, 109-114.
30. Naevdal, Geir, Inge Thorsen and Jan Uboe, 1996, Modelling spatial structures through equilibrium states for transition matrices, *Journal of Regional Science*, vol. 36, no. 2, 171-196.
31. Okabe, Atsuyuki, Barry Boots and Kokichi Sugihara, 1992, Spatial tessellations - concepts and applications of voronoi diagrams, John Wiley & Sons Ltd.
32. Ossenbruggen, Paul J. and Paul C. Ossenbruggen, 1992, SWAP: A computer package for solid waste management, *Comput., Environ., and Urban Systems*, vol. 16, 83-100.
33. Parr, John B., 1993, Supply areas and optimal spatial structure, *Journal of Regional Science*, vol. 33, no. 2, 167-186.
34. Raa, Thijs ten, 1984a, The distribution approach to spatial economics, *Journal of Regional Science*, vol. 24, no. 1, 105-117.
35. Raa, Thijs ten, 1984b, Spatial interaction analysis, *Journal of Regional Science*, vol. 24, no. 4, 535-539.
36. Spiekermann, K. and M. Wegener, 1994, The shrinking continent: New time-space maps of Europe, *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 21, 653-673.
37. Suda, Masaya, 1997, Office and plant location with transport costs of information, *Journal of Regional Science*, vol. 37, no. 1, 23-34.