

タイのバンコクにおける配送センターの効率化に関する研究

日大生産工 (院) ○Sarinya Sala-ngam

日大生産工 豊谷純 日大生産工 若林敬造

1 まえがき

現在、タイでは宅配事業社が多くあるが、郵便局が国民によく利用されている。なぜなら料金が安くて、どこでも郵便局があるからである。しかし、郵便局の配達はお客様のところに荷物を届くことが遅かったという問題がいつも起こっている。また、荷物が壊れたり中身が盗まれたりするという問題も多い。このような理由から、タイの郵便局はお客様のニーズへ対応し、またお客様から信頼を取り戻すために新たな発展の要因として新しく有効的に配達するシステムを考える必要がある。その中で、最適再配置問題を算出する必要がある。

通常、各住所へ集配達を行う郵便局はその地域のほぼ中心地域を拠点としている。しかし、配達先の場所と集配達頻度のことによって配達先との距離が最短となる最適な営業所の再配置場所が異なるため、実際の引き取り情報を基に算出する必要がある。

具体的に言うと、南側はあまり集配の少ない住民が多い地域で、北側には集配の多いオフィスが多ければ郵便局が中央部に重ねを置いた配置が望ましい。このような地図上の最適配置問題を解くにあたり、郵便局と配達先の地理情報がユークリッド空間で定義できれば、そのユークリッド距離とその集配達頻度から求まる総合距離を最短とする地点を算出することができる。

地図上で郵便局と配達先の距離を定規などで測ればいいが、近年の IT の進展のよって郵便局の住所から緯度・経度データが変換できるようになった。Google Map¹⁾や Google 検索が一般に普及している昨今であるが、Web 上で簡単に目的の地図を表示することができる。

本研究ではこの技術を利用して、例としてバンコク中央部と南部にある郵便局の住所データから緯度・経度を求め、緯度・経度の平均を計算し、最適再配置場所を算出する。その結果をリアルタイムで地図上に表示方法を提案するものである。

2 最適な中央郵便局再配置の算出方法

まず、郵便局の担当地域の地図から最適な配置場所を探索する方法であるが、最も簡単なものはモンテカルロ法が挙げられる。指定した地域に郵便局があるところの緯度・経度を求め、それらの緯度・経度の平均を計算し、計算点を配置してその中から最適再配置場所となる点を求める方法である。

また、AMR(Adaptive Mesh Refinement) という方法は全体的に大まかな計算点を配置し、さらに変化の激しい領域のみを計算点を細かく追加して再計算を行い、目的に応じてある条件を満たすまで計算点を細かく再配置を繰り返す。

しかし、今回は AMR を利用せずに、再

配置問題を単純化するために緯度・経度の計算できる平均を利用して最適再配置場所を算出することにする。

2. 1 配置場所の定式化

本研究では中央郵便局、郵便局を営業所、集配地点と呼ぶことにする。また集配地点を (\bar{x}_j, \bar{y}_j) 、ここで $j=1 \sim n$ とし、集配地点の総数を N とする。また最適配置を算出する方法として岡部・鈴木ら²⁾の密度関数を参考することにする。

さらに、対象範囲の集配地点密度を $f(\bar{x}_j, \bar{y}_j)$ で定義すると、その地域全体における集配地点の総数はその地域全体で積分することによって次式で求められる。

$$N = \iint_A f(x, y) dx dy \quad (1)$$

ちなみにある特定地点 (\bar{x}_j, \bar{y}_j) と、その敷地面積 A における集配地点の数は次式で与えられる。

$$p_j = \iint_A f(\bar{x}_j, \bar{y}_j) dx dy \quad (2)$$

ここに営業所を配置する地点を (x, y) としたときに、集配地点からの距離は次式で与えられる。

$$d = \sqrt{(x - \bar{x}_j)^2 + (y - \bar{y}_j)^2} \quad (3)$$

営業所から集配地点までの距離を全て加算すると全体の距離 T が得られる。ここで t_j は 1 回の配達 of 営業所から集配地点までの距離を示し、 T は全週配達記録の合計距離を表す。

$$t_j = d_j p_j = \sqrt{(x - \bar{x}_j)^2 + (y - \bar{y}_j)^2} \frac{1}{N} \quad (4)$$

$$T = \sum_{j=1}^n d_j p_j = \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^n \sqrt{(x - \bar{x}_j)^2 + (y - \bar{y}_j)^2} \iint_A f(\bar{x}_j, \bar{y}_j) dx dy$$

各集配記録の場合は全ての運用記録に対して 1 件につき 1 回として集配回数を加算するため、1 回の配達記録に対する密度関数の値が $1/N$ である。また同一場所への集配達の場合は月か年という単位に集配達が m 回として次のようになる。

$$p_j = \iint_A f(\bar{x}_j, \bar{y}_j) dx dy \cong \frac{1}{N} \times m \quad (6)$$

$$T = \sum_{j=1}^n d_j p_j = \sum_{j=1}^n \sqrt{(x - \bar{x}_j)^2 + (y - \bar{y}_j)^2} \frac{m}{N} \quad (7)$$

次に営業所から集配地点までの総合距離を細小にする営業所の場所を算出する。すなわち総合距離を(7)式のように定義できれば、最小値を求めることが可能になり、空間の各座標系で偏微分した値が 0 となる条件式を解けば良い。

$$\frac{\partial T}{\partial x} = 0 \quad (8)$$

$$\frac{\partial T}{\partial y} = 0 \quad (9)$$

そして、この値が最小値となるためには次の条件を満たす必要がある。

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} > 0 \quad (10)$$

$$H = \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 T}{\partial x \partial y} \frac{\partial^2 T}{\partial y \partial x} > 0 \quad (11)$$

これによって構成される方程式を解くことによって営業所の最適配置地点 x, y が決

定される。しかしながら、本研究では先述のようにパソコンの利用が容易で Google map を利用し、タイのバンコク中央部と南部にある郵便局住所のデータから緯度・経度を求め、それらの平均を計算し、最適な中央郵便局再配置を算出するために、営業所の位置を変化させた時の(7)式の総合距離 T の分布が示されているが、これを最小にする座標値を求めれば良い。従って、(10)式と(11)式を計算して、正であることを確認し、(7)式を(8)式のように偏微分すると次式を得る。

$$\frac{\partial T}{\partial x} = \sum_{j=1}^n (2x - 2x_j) = 0 \quad (12)$$

$$\frac{\partial T}{\partial y} = \sum_{j=1}^n (2y - 2y_j) = 0 \quad (13)$$

さらに、(12)式を解くことによって、次式を得る。

$$\sum_{j=1}^n x = \sum_{j=1}^n x_j \quad (14)$$

$$x = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \quad (15)$$

(13)式も上記の同じように解ければ、次式を得る。

$$y = \frac{\sum_{j=1}^n y_j}{n} \quad (16)$$

従って位置座標は(15)と(16)式で求められる。この位置座標の平均を計算し、最適再配置場所を算出する場合には、本論の手法は大変に有効となるので、この方法を利用して中央郵便局の最適再配置を算出する

ことにする。

2. 2 研究方法

1) 対象範囲

研究対象範囲は Fig.1 のようにタイのバンコク中央部と南部にある中央郵便局や郵便局を中心とした。また、その対象範囲地域にある中央郵便局と郵便局を調べ、87ヶ所があることが分かる。

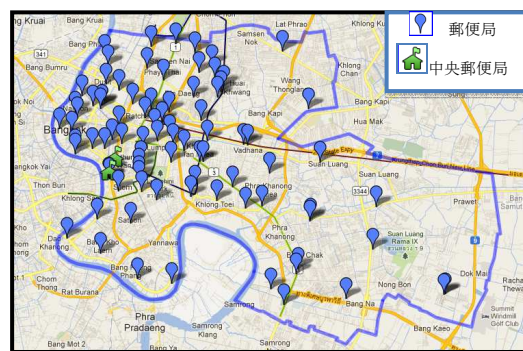


Fig.1 研究対象範囲(バンコク中央部と南部)

2) 緯度・経度情報の取得方法

位置座標いわゆる緯度と経度は Web 上から住所に対する緯度・経度が得られる。具体的には API³⁾を利用して Geocode を提供する Web サービスからプログラムで自動的に緯度・経度が取得できる。この Web サービス API で最も著名なものは Google マップ API であり、住所から緯度・経度へ変換することができる。

3 研究結果

対象範囲にある87ヶ所の中央郵便局と郵便局の住所データから Geocode で緯度・経度へ変換し、その緯度・経度を取得した結果を Table1 に示す。

本研究では単純化に算出するために緯度・経度の計算できる平均を利用して最適

Table1 Geocode Web サービスで特定住所の緯度・経度を取得したデータ

市	緯度(度)	経度(度)			
Duot post office	13.782081	100.515194	Sam Sen post office	13.697702	100.548177
Bang Kra Bup post office	13.782081	100.515194	Thong set 6 post office	13.671952	100.548005
Onkade post office	13.715091	100.520554	Sam Luang	13.671988	100.548623
Parliament post office	13.714155	100.514095	Phuthakhan post office	13.728113	100.521676
Ministry of Education post office	13.782051	100.511427	On na 28 post office	13.701425	100.518031
Royal Thai Government post office	13.782131	100.512055	Sam Luang post office	13.714252	100.549145
Phudphai post office	13.782247	100.538899	Phuthakhan post office	13.714627	100.520423
Sam Sen na post office	13.783178	100.548333	Phongtan post office	13.730727	100.549449
Intarnas27 post office	13.782699	100.526897	Phuwan post office	13.728258	100.520395
Sampann post office	13.779664	100.520227	Phuthakhan22 post office	13.724448	100.521412
Permanent Secretary for finance post office	13.781616	100.534987	Samkarnment 2 post office	13.746316	100.545222
On Chae	-	-	Phuwan	13.764518	100.527865
Subsaran post office	13.782038	100.581372	Sam sen na 205(Victory Plaza) post office	13.725241	100.526962
University of the Thai Chamber of Commerce post office	13.779709	100.582828	Ratchasuda post office	13.751714	100.533829
Sam sen na 201 post office	13.777007	100.588484	Bank of Thailand post office	13.763042	100.549877
Sam sen na 204 post office	13.767819	100.528212	Makkasan post office	13.753487	100.542548
On Chae post office	13.782023	100.511524	Phuwan post office	13.731948	100.520227
Thai Life Assurance post office	13.787172	100.570057	Rong muang 202 post office	13.749548	100.546018
Sam sen na 202 post office	13.779118	100.572099	Phuwanphakhan	-	-
Hukhang	-	-	Phuwan post office	13.742755	100.513482
Thaprasit post office	13.773204	100.573815	Phuwan post office	13.764450	100.520373
Montana Tower post office	13.744278	100.582822	United Nation post office	13.763344	100.527822
New Phuthakhan post office	13.744887	100.583336	Banglamphong post office	13.762588	100.498917
Wang Thong Lang	-	-	Ratchasuda post office	13.763283	100.497174
Bangkok post office	13.781916	100.185896	Nhawan post office	13.755371	100.498283
Lat Phrasit post office	13.788946	100.605906	Intarn post office	13.738889	100.497248
			Lat Phrasit post office	13.742284	100.498881
CA post office	13.740031	100.498880			
Phuwan	-	-			
Railway of Thailand post office	13.747180	100.517283	Sam post office	13.728566	100.530383
Rong Muang post office	13.745075	100.522319			
Changchuan 13 book center post office	13.744523	100.520554	Prompong post office	13.728196	100.530771
Shankham 13 of post office	13.738461	100.531802			
Chonburi Square post office	13.738851	100.530303			
CentralWorld post office	13.746950	100.539971			
Social tower post office	13.744523	100.548214			
The Embassy Of The United States Of America post office	13.738132	100.548482	Samana post office	13.730471	100.526595
Khay Fong	-	-	Sam Phu Post Office	13.717565	100.538531
Nava post office	13.741514	100.533243			
Queen Sirikit National Convention Center post office	13.742638	100.539971	Sathorn post office	13.721781	100.531973
Khong Toi post office	13.718233	100.526896			
Phuthakhan 201 post office	13.717240	100.570244	Bangkhuaeng	-	-
Kuaywathai post office	13.715814	100.544216			
Bank suk post office	13.729592	100.571488	Yongna 201 post office	13.691836	100.511588
Phuthakhan	-	-			
Bank na 201 post office	13.684294	100.810228	Bangkhuaeng post office	13.699801	100.494620
Bank Na	-	-			
Bank na post office	13.674227	100.827211			
Udon suk post office	13.681647	100.829789	Lat praga km post office	13.706516	100.508092
Khong bang na post office	13.685723	100.403841			
Central City bang na post office	13.689554	100.834133			
Sampranang	-	-			
Phon prab post office	13.742715	100.877222	Sathurath post office	13.678207	100.530138
Bank Na	-	-			
Central post office of Bangkok(Phatthana)	13.735979	100.518539	Bank of Ayudhya Public Company	13.677066	100.547072
Central post office	13.735634	100.515547			
T Post Office	13.728108	100.516299	Latphrasit post office	-	-
Central post office	13.738972	100.518326			
January Trade Center post office	13.722055	100.538617			

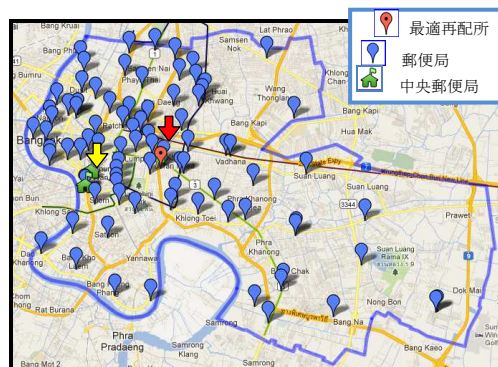


Fig.2 中央郵便局の最適再配検討場所

これにより、中央郵便局が一番効率的な場所は〒10110 タイ王国、バンコク、クロントイ区プラスック道付近となった。

3 まとめ

今回の研究では Geocode Web サービスで住所から緯度・経度へ変換し、その緯度・経度の平均を計算することによって再配置場所を簡易的に求められた。

本研究を通じて、中央郵便局は Fig.2 により、中央部に人口と集配達頻度が多いことであった。現在の中央郵便局と理想的な地域のほぼ中心にある中央郵便局よりかなりの中央部に中央郵便局を再配置すれば効率が良くなることが分かった。

「参考文献」

- 1) Google マップ, <http://map.google.co.jp>
- 2) 岡部・鈴木ら, 最適配置の数理, 朝倉書店
- 3) Application Programming Interface
- 4) Geocoding.jp
- 5) 豊谷、若林、渡邊、唐澤、集配達利用データと GIS および API を利用した宅配営業所の再配置問題, 日本ロジスティクスシステム学会誌, Vol.10, no.1, p.29~p.36, 2010

再配置場所を算出することにする。最初に述べたように、(15)と(16)式で緯度・経度の平均を計算すると次のようになった。

$$x = \frac{1195.280682}{87} = 13.73885841$$

$$y = \frac{8748.00391}{87} = 100.551769$$

上の計算結果により、最適再配場所の緯度・経度は 13.73885841, 100.5517691 のところと分かった。

上記の計算できた緯度・経度を Geocode Web サービスを利用してそのところ求めた。そして、Google map を利用して、この地点を Fig.2 のように表示する。

Fig.2 により、赤いポイントは中央郵便局の最適再配検討場所である。