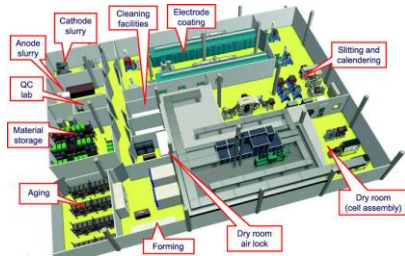


배치와 위치선정을 위한 물류흐름 측정 방법론



[Facility Design, Layout and Visualization - Hash and Stuff / Extraction - Future4200](#)

배치와 위치의 의사결정

평면배치(Layout Design)라 함은 특정목적에 위한 시스템 각 기능을 담당하는 부분들을 전체에 적절히 위치시켜서 그 시스템이 효율적이 될 수 있도록 하는 것이다. 또한 위치선정(Location Decision)또한 같은 맥락에서 이해할 수 있다. 이러한 평면배치와 위치선정은 조합최적화(Combinatorial Optimization)문제로 모델링 할 수 있고 또 이는 쉽게 '최적'을 찾을 수 없다고 알려져 있다. 이러한 이유로 많은 연구자들이 밝혀지지 않은 '최적'에 가까운 해법을 찾기 위해 노력하고 있다. 여기서 '효율적'이라는 것의 기준과 '최적'이라는 해법의 정의를 먼저 해야 이후에 접근 방향을 정할 수 있는 데 물류흐름의 관점에서 이를 되 짚어 보고자 한다.

'효율성'의 기준

물류흐름을 기준으로 한 배치와 위치의 의사결정은 불필요한 물류의 이송을 최소한으로 하는 것이 가장 많은 연구자들이 채택하는 목적일 것이다. 배치를 위해서는 물류 이송 이외에도 많은 부분을 고려해야 하지만 수리모델을 만들기 위해 가장 중점적으로 다루어야 할 하나의 목적을 정해 단순화하여 표현을 하기에 '총 물류이동의 최소화'는 굳이 이유를 장황하게 늘어놓지 않아도 동의할 수 있는 목적함수가 될 수 있을 것이다. 따라서 '얼마나' 이동했는지를 파악하기 위해서는 '어떻게' 이동했는지를 측정할 수 있는 것이 중요하다. 이때 우리는 가능한 최단 거리를 측정하되 주변환경의 제약조건을 만족하면서 이동해야 하기 때문에 각 측

정방법을 정형화하여 수리모델화 하는 것도 매우 중요하다. 평면배치 또는 위치 선정을 통해 달성하고자 하는 '효율성'의 기준이 합리성과 타당성을 갖추기 위해서는 적절한 거리측정 방법이 적용되어야 한다는 것이다. 공항, 항만, 그리고 물류/제조시스템까지 배치 및 위치최적화에 관한 과제를 진행하면서 고려했던 측정(measure)에 관한 방법들은 각 시스템에 따라 다르게 적용되었다.

직선거리(Euclidean Distance)

$$distance_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

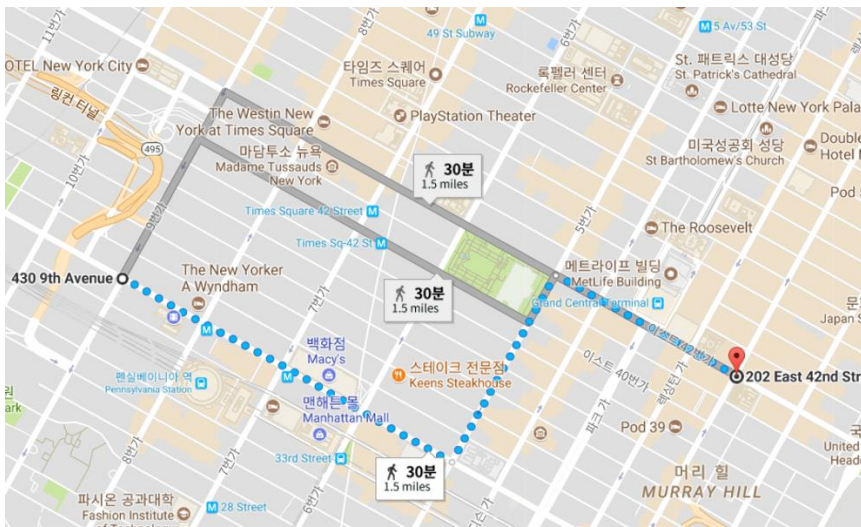
이상적인 측정치라고 할 수 있다. 피타고라스의 정리에서 보이는 것과 같이 직각이 있는 삼각형의 빗변의 길이를 구하는 것과 같다. 국가 단위, 시/군 단위에서 두 지점간의 거리 추정치로 사용하지만 수리모델화 할 때와 일반 도로의 측정치 대체로 사용하려고 할 때 모두 제약사항이 있다. 수리모델에 있어서는 제곱근 안에 x 와 y 가 동시에 존재하기 때문에 분리해서 제약사항을 만들 수 없고 일반 도로에 적용하기 위해서는 어느정도 값을 증가시켜야 한다. 직선거리에 1.3~1.5를 곱하게 되면 일반도로 거리와 근접해지는데 이는 가까우면 가까울수록 이 수치의 정확도는 감소하게 된다. 따라서 터미널 내, 물류센터 내부 등의 배치를 고려할 때는 잘 쓰이지 않고 위치를 선정할 때 주로 쓰이게 된다.

직각거리(Rectilinear Distance)

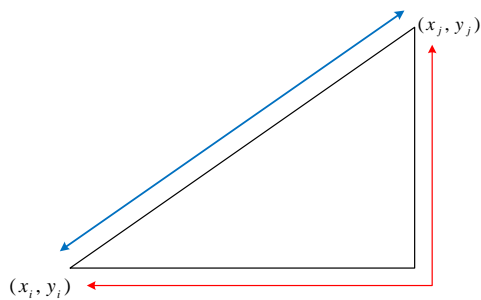
$$distance_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j|$$

상대적으로 측정이 간단하고 모형화 하기 수월한 측정 방법이다. 가장 보편적으로 이용되는 모형이기도 하다. 이는 직선거리는 너무 이상적이고, 시설의 내부 또는 구획된 지역에서의 배치를 위해서는 물류흐름이 건물, 기계 등의 장애물로 인해 원하는 대로 경로를 만들 수 없기 때문에 이 측정단위를 사용하는 것이 보편

성을 가진다고 생각한다. 구글맵을 통해 뉴욕의 맨하탄에서 특정 구간에서의 최소거리를 측정했는데 이는 직각거리와 같게 나왔다. 이는 맨하탄이 직선도로로 잘 구획되어 있고 그 안에 건물이 빼곡히 들어서 있어서 자연스럽게 직각거리로 이동할 수밖에 없기 때문이다. 이러한 조건 때문에 직각거리를 맨하탄거리 (Manhattan Distance)라고도 한다.



도심에서의 직각거리 예 (출처: 구글맵 - 맨하탄 지역)



직선거리(Euclidian Distance: 청색)와 직각거리(Rectilinear Distance: 적색)의 비교

직선거리제곱(Squared Euclidian Distance)

$$distance_{ij} = (x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2$$

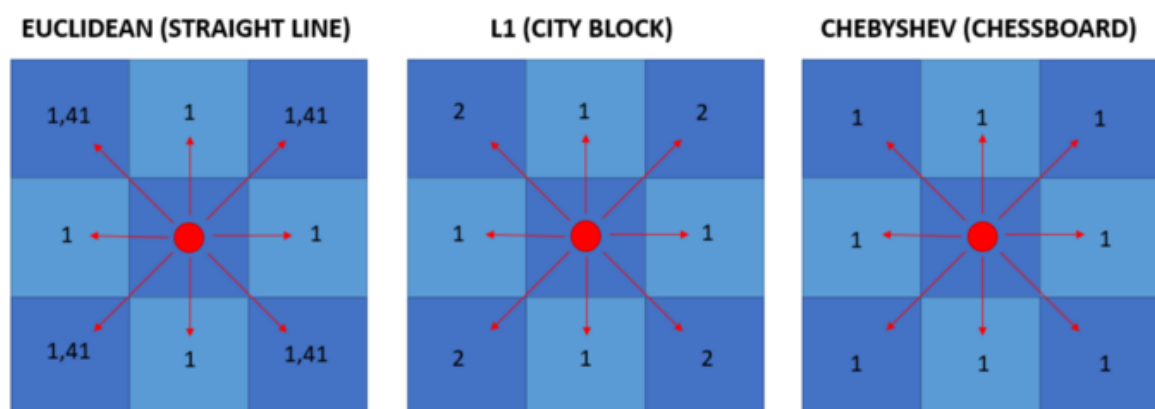
x 와 y 를 분리해서 계산할 수 있는 형태가 되기 때문에 제공 된 직선거리는 단

순한 직선거리 모형화의 불편함을 덜어낼 수 있다. 하지만 직선거리로 찾은 배치 최적해가 직선거리제곱을 적용하여 찾은 해와 일치하지 않기 때문에 직선거리의 대체방법으로 사용하기에는 적절하지 않다는 의견이다. 다만 이동거리가 제곱에 의해 증가되기 때문에 각 배치 형태에 따른 목적함수값의 변화가 직선거리에서의 값 변화 보다 크다. 직선거리와 마찬가지로 제한된 지역에서의 배치 의사결정 보다는 시설의 위치 등 주로 물류 이송이 장거리로 이루어지는 의사결정에 사용된다.

체비셰프 거리(Chebyshev distance)

$$distance_{ij} = \max \{|x_i - x_j|, |y_i - y_j|\}$$

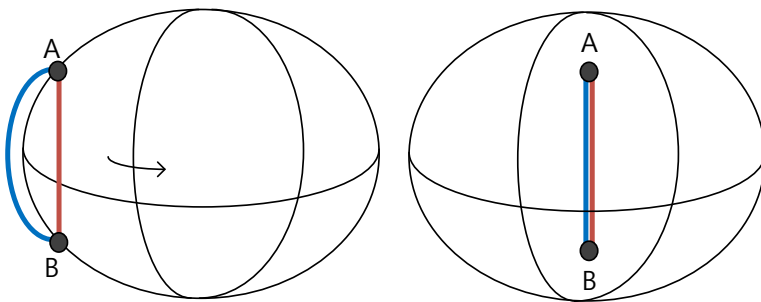
체비셰프 측정법은 평면배치에 잘 쓰이는 방법은 아니지만 물류 이송을 위해 x 축과 y 축의 두방향으로 동시에 움직이는 체계를 갖추었다면 적용이 가능하기도 하다. 자동물류창고에서의 피킹과 적치를 위해 움직이는 자동 보관시스템에서의 자동화 장비 운영을 측정하는 것이며 거리의 개념보다는 속도에 의한 상대거리를 측정한다고 하는 것이 적절할 것이다.



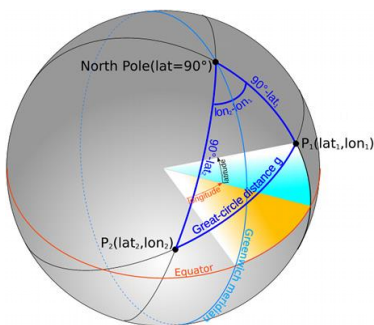
[3 distances that every data scientist should know | by Joos Korstanje | Towards Data Science](#)

빈센티 거리(Vincenty distance)와 하버사인 거리(Haversine Distance)

지구위에 넓은 땅을 갖고 있는 나라이거나 국제적 위치선정을 위한 의사결정을 할 때 두 지점간의 거리측정이 직선거리가 적절하지 않을 수 있다. 실질적으로 해외 판매 지점을 설정할 때 이동해야 하는 거리가 매우 길어서 이를 직선거리 측정으로 정확한 비교가 어렵다는 것을 인식했다. 서로 멀리 떨어져 있는 두 위치 간의 거리 측정은 지구의 곡면을 따라 측정을 해야 좀더 실 거리에 근접한 측정을 사용할 수 있기 때문이다. 그림 에서와 같이 두 지점 A와 B의 거리는 타원형 구체의 위에서 정면으로 보면 같게 보이겠지만 옆면으로 보면 확연히 거리 차이가 있다. 이러한 측정을 위한 구체적인 모형은 수학적 배경 지식을 필요로 하기 때문에 배치결정, 위치결정을 위한 수리모형의 제약으로 그리 많이 활용되지는 않지만 좀더 정확한 자료 적용을 위해서는 이를 이용할 수 있다. 하버사인 거리는 Great-circle Distance라고도 하여 지구를 타원형의 구체가 아닌 원형의 구체로 보고 거리측정을 한다.



Vincenty Distance



Haversine Distance

출처:[Geodesy PHP: Get distance between places with their coordinates - PHP Classes](#)

시사점

가장 많이 언급될 듯한 측정 방법들에 대해 간단히 정리를 해 보았는데 실질적으로 이 방법들을 적극적으로 수용하여 현실 문제를 풀지 못했다고 생각한다. 공항 터미널의 의사결정은 이러한 정형화된 거리 보다는 각 시설의 이용에 맞는 경로 계획이 더 필요하고 이에 따라 시설을 배치하는 것이 적절하다고 생각한다. 항만 터미널 배치에 있어서는 수리모델 적용이 가능하지만 이 또한 구체적 문제해결을 위한 기본으로 활용하고 실질적으로는 이미 정해져 있는 경로를 따라 이동하게 되어 있고 이는 단순히 모형화 할 수 없다. 두 시설모두 배치의 적절성을 확인하기 위해 시뮬레이션을 활용하였는데 기본적 제약에 현실적 조건을 추가하여 측정치에 대한 수정을 하고 실험을 하였을 때 현실이 제공하는 데이터와 유사한 데이터를 만들 수 있었다. 따라서 실질적 물류이송이 어떻게 이루어지는지 파악하는 것이 배치, 위치의 의사결정에 매우 중요한 요소라 할 수 있겠다. 더불어 항만 터미널 내의 물류이송은 컨테이너가 그 주가 되기 때문에 컨테이너의 이동 경로를 파악하는 것이 중요한데 컨테이너 야드영역의 블록과 이를 지원하고 있는 주변 배치가 정해진 경로를 따라서 이송업무를 수행하도록 되어 있음을 인지했고 이는 자동화와 디지털화의 전환에 있어서 유리한 조건이라고 생각할 수 있다.