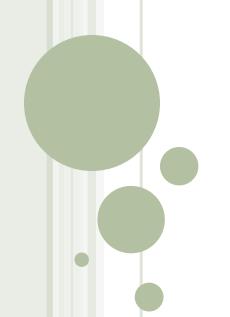


2012.06.21 Tsung-Hsien, WEN Po-Chun, HSU Heng, WANG

### **OUTLINE**

- Motivation & Objectives
- Collecting Data
- Agents
  - Buses
  - Clients
- Simulation
- Conclusion & Future Work



### MOTIVATION & OBJECTIVES

Bus Routes in Taipei City About Bus Route Policies

# BUS ROUTES IN TAIPEI CITY

• There are many routes

接	駁公車動態	態查詢	<b>—</b>	投公車動態	<b>長查詢</b>	新山	市公車路	S線查詢		
路線										
T	0東	0南	1	2	3	5	9	12	14	15
	18	20	21	21 <u>首</u>	22	22區	26	28	32	32區
	33	37	38	38區	39	39夜	41	42	42區	46
	49	51	52	53	62	63	68	68副	72	74
	108	109	111							
	201	202	202區	203	204	205	206	207	208	208査
	208區	211	212	212區	212 <u>官</u>	212夜	214	214 <u>首</u>	215	216區
	216副	218	218 <u>首</u>	218區	220	220 <u>亩</u>	220夜	221	222	223
	224	225	225區	226	227	227區	230	231	232	232快
	232副	234	235	236	236區	236夜	237	240	240直	241
	242	243	245	246	247	247區	248	249	250	251
	251區	252	253	254	255	255區	256	257	260	260區
	261	262	262區	263	265經	中央路	265經	明德路	265區	265夜
	266	266區	267	268	270	270區	274	276	277	278
	278區	279	280	280直	281	282	282副	284	284直	285

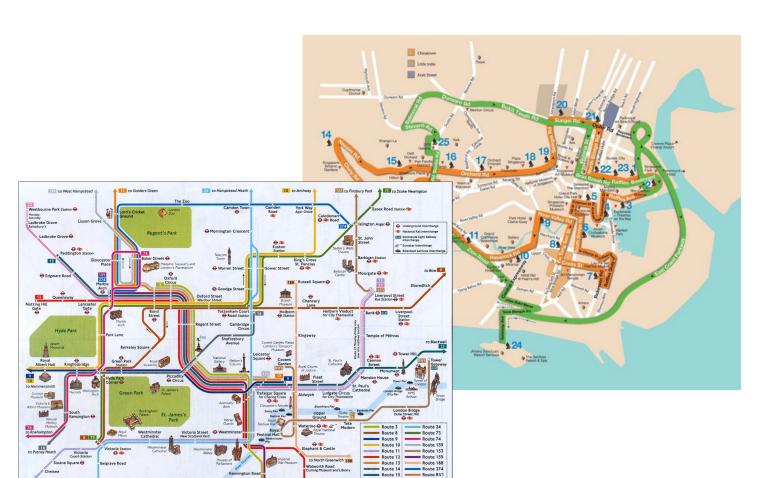
#### BUS ROUTES IN TAIPEI CITY

Some routes are like this



### BUS ROUTES IN TAIPEI CITY

• How about other types of bus route networks?



#### ABOUT BUS ROUTE POLICIES

- Could a chessboard-like bus route network work better in Taipei?
- 信義幹線的闢駛,要追溯到民國78年間,當時的台北市政府要推動所謂「棋盤式幹線公車路網」,推出了忠孝幹線、信義幹線、松江新生幹線、復興敦化幹線... 後來又推出了如重慶幹線、仁愛幹線、和平幹線.....等二期的幹線公車。不過這些路線到現在能夠存活下來的並不多,大多都已經停駛,要不就是班次很少,「信義幹線」算是當時推行的棋盤幹線公車中的佼佼者。by Akito.S (http://akitosun.pixnet.net/blog/)

#### ABOUT BUS ROUTE POLICIES

#### 【2006/03/15 聯合報】

台北市交通局長林志盈擬發展捷運化的棋盤式公車路網,延燒 到北縣與基市民眾。許多老公車族急到跳腳,擔心未來到北市 上班或就醫,「光轉車就暈了」。

一名公車族說,原本進城只要「一班到位」,現在恐怕要轉個3、 4班,甚至更多。

• • •

林志盈強調,這項整併作業涉及各家業者利益,這是主要困難 所在,未來不排除先於設有公車專用道路段試辦實施,必要時 採訂自治法規強制規範,預定明年度編列預算並送市議會審查 後正式推動。

#### ABOUT BUS ROUTE POLICIES

北市/鼓勵搭大眾運具 議員促闢設棋盤式公車路網 2010年4月17日

• • •

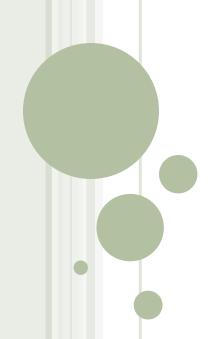
他指出,目前公民營公車業者約14家,營運路線逾兩百條,民眾總是抱怨路線過於彎繞、班次有些密有些疏、路線太長,而導致尖峰時間行駛緩慢等問題,因而不願搭乘。他表示,整併公車路線、關設棋盤式之公車路網有其急迫性,提高公車速率、方便轉乘,民眾自然會減少私人運具使用,並且在此同時先實施幹線公車、轉乘免費。

• • •

部份縣市都有不少幹線免費公車,或是在重大節日可以免費搭乘,例如台北縣、桃園縣、台中市、台南市及高雄市。林晉章指出,台中市甚至從5月起,台北市民持悠遊卡也可免費搭乘。他強調各縣市為鼓勵民眾搭乘大眾交通工具,也都積極朝向全市公車免費的目標邁進,因此台北沒有理由腳步緩慢。

#### **OBJECTIVES**

- Simulation of behavior of bus and clients in different conditions
- Comparisons between current bus routes and a chessboard-like bus route network
- Observing what influences the efficiency of the bus route network



### **COLLECTING DATA**

Map
Bus Routes
Traffic Conditions

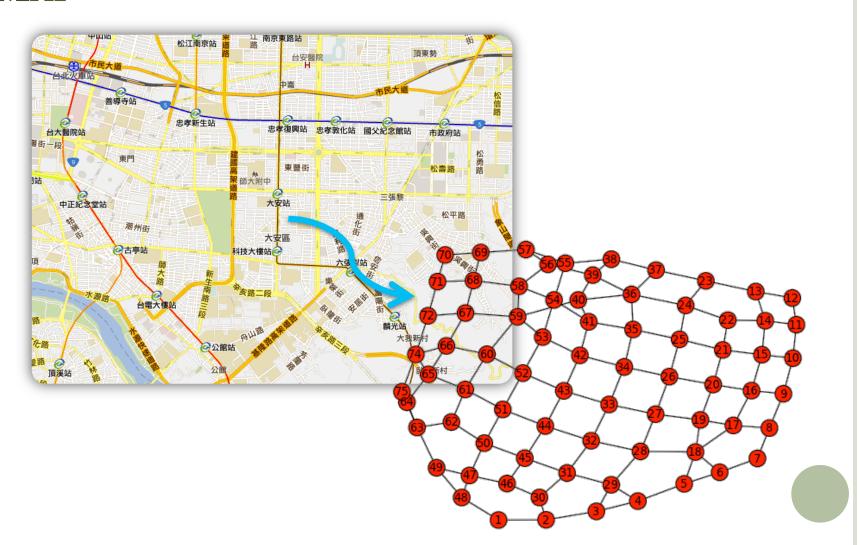
#### COLLECTING DATA

- For more real case simulation, we need:
  - Simplified Taipei City Graph (nodes, edges)
  - Distance between each two nodes
  - Current traffic information
  - Real Taipei bus routes in operation (include departure intervals)
- They are all available but...
- They are hard to get automatically.

#### PARSER

- The most powerful parser in the world.
- Workers' Wisdom sometimes is easier than A.I.
- Hand-coded data are collecting from several sources:
  - Google Map
  - Taipei public transportation office
- Statistics:
  - 75 nodes, 134 edges, 125 bus routes

### MAP



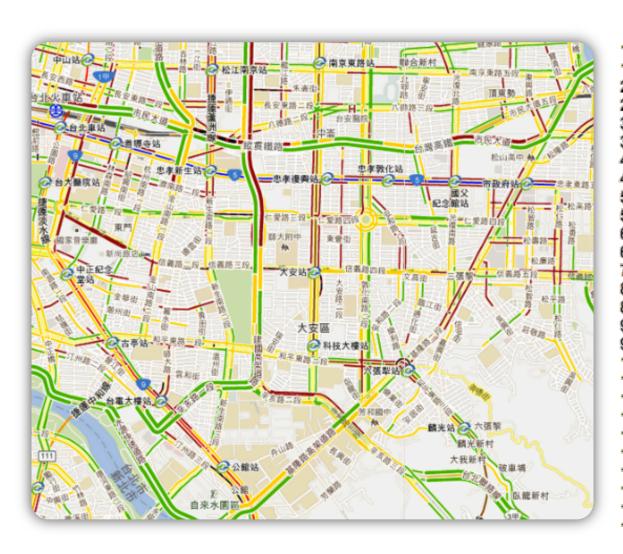
### Nodes & Edges

ID	NAME	or Verge	Nodes	1 48 基隆羅斯 新生羅斯 700
1	基隆羅斯	2;48		12基隆羅斯基隆辛亥 1300
2	基隆辛亥	3;30		23 基隆辛亥 基隆敦化 300
3	基隆敦化	2;4;29		2 30 基隆辛亥 復興辛亥 450
4	基隆和平	3;5;29		3 4 基隆敦化 基隆和平 450
5	基隆光復	4;6;18		3 29 基隆敦化 敦化和平 300
6	基隆信義	5;7;18		
7	基隆松壽	6;8		4 5 基隆和平 基隆光復 750
8	基隆仁愛	7;9;17		4 29 基隆和平 敦化和平 350
9	基隆忠孝	8;10;16		5 18 基隆光復 光復信義 350
10	基隆市民	9;11;15		5 6 基隆光復 基隆信義 400
11	基隆八德	10;12;14		6 18 基隆信義 光復信義 210
12	基隆南京	11;13		6 7 基隆信義 基隆松壽 350
13	光復南京	12;14;23		7 8 基隆松壽 基隆仁愛 220
14	光復八德	11;13;15;22		89基隆仁愛基隆忠孝 450
15	光復市民	10;14;16;21		
16	光復忠孝	9;15;17;20		8 17 基隆仁愛 光復仁愛 450
17	光復仁愛	8;16;18;19		9 16 基隆忠孝 光復忠孝 650
18	光復信義	5;6;17;28		9 10 基隆忠孝 基隆市民 950
19	延吉仁愛	17;18;20;27		10 11 基隆市民 基隆八德 50
20	延吉忠孝	16;19;21;26		10 15 基隆市民 光復市民 1200
21	延吉市民	15;20;22;25		11 12 基隆八德 基隆南京 220
22	延吉八德	14;21;24		11 14 基隆八德 光復八德 1200
23 24	敦化南京 敦化八德	13;24;37 22;23;25;36		12 13 基隆南京 光復南京 1200
25	敦化市民	21;24;26;35		13 14 光復南京 光復八德 350
26	敦化忠孝	20;25;27;34		13 23 光復南京 敦化南京 900
27	敦化仁愛	19;26;28;33		
28	敦化信義	18;27;29;32		14 22 光復八德 延吉八德 450
29	敦化和平	3;4;28;31		14 15 光復八德 光復市民 350
29	我 化 和 十	0:04:40		15 16 光復市民 光復忠孝 350

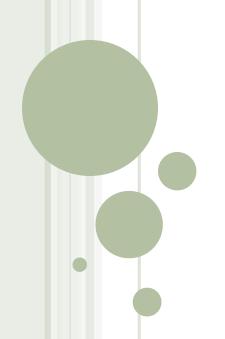
### BUS ROUTES & INTERVAL

642 55;73;54;53;52;51;50;47;48;1	651 1	15
643 55;73;54;53;52;51;50;47;48;1	652 1	15
644 1;48;49;63;64;75	659 1	_
648 74;75;64;63;49;48;1	660 1	-
650 7;6;5;4;3;2;1	-00	
651 74;66;60;52;43;33;27;19;17;8	662 5	
652 72;67;68;69;57;55;38;37;23;13	663 1	180
659 70;71;72	665 9	90
660 75;64;63;49;48;1	668 1	15
662 63;62;50;45;31;29;28;27;26;20;16;17;19	669 6	_
663 63;62;50;45;31;29;28;27;26;20;16;17;19	670 1	
665 8;17;19;27;33;43;52;60;66;67;59;53;54;73;56;57		_
668 1;48;47;50;51;52;53;54;73;55;38;37;23;13;12	671 1	
669 71;68;58;54;41;35;25;21;15;10;9;8	672 1	10
670 74;65;61;62;63	673 9	90
671 72;67;66;65;61;51;50;47;49	675 5	50
672 13;14;15;16;17;18;5;4;3;2;1;48;49;63;62;50;51;52;53;54;73;55;38;37;23 673 49;48;1;2	676 1	
675 1;48;47;50;51;52;53;54;73;55;38;37;23;13;12	678 3	
676 55;73;54;53;52;51;50;47;48;1		
678 8;9;10;11	680 6	_
680 55;73;54;53;52;51;50;45;31;29;4	685 1	
685 37;36;35;34;33;32;31;29;4	711 4	10
711 70;69;57;55;38;37;23;13;12	902 1	15
902 23;24;25;26;27;28;29;4	903 2	20
903 34;35;36;37;23;24;25;26	905 1	
905 23;24;25;26;27;28;29;3;2;1		
906 23;24;25;26;27;28;29;3;2;1	906 1	_
907 63;62;50;47;48;1;2	907 2	-
909 1;2;3;29;28;27;26;25;24;23	909 3	30

#### TRAFFIC



1 48 基隆羅斯 新生羅斯 20 12基隆羅斯基隆辛亥40 4 29 基隆和平 敦化和平 20 11 12 基隆八德 基隆南京 40 14 基隆八德 光復八德 40 12 13 基隆南京 光復南京 40 13 14 光復南京 光復八德 30 13 23 光復南京 敦化南京 40 14 22 光復八德 延吉八德 30 14 15 光復八德 光復市民 40 15 16 光復市民 光復忠孝 30



# **AGENTS**

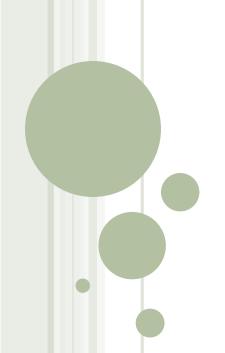
Buses Clients

#### BUS BEHAVIOR

- A bus manager to handle bus schedules.
- After a bus is departed, it will follow the scheduled route with a speed equal to the current road speed.
- Bus will park into a node if a scheduled stop is reached, then call if any client wants to get on or off the bus.
- Bus will be destroyed after a round trip is finished.

#### CLIENT BEHAVIOR

- Clients are generated on nodes with destinations.
- Three scenarios are considered:
  - Morning rush hour (people come inward)
  - Evening rush hour (people go outward)
  - Off peak
- How to take a bus:
  - Greedy algorithm to reduce the computation cost
  - If a bus can take Client A to a node which is "closer" to A's destination than A's current location is, A will get on the bus.
  - The "distance" metric is based on the bus routes.
  - May not be intuitive...



# **SIMULATION**

#### ENVIRONMENT SETUP

- Simulate every minute (iteration)
- 10000 minutes (iteration) for each simulation. Total ~ 6.9 hours
- Run on three designated scenarios.
- Gaussian distribution for generating clients:
  - Off-peak: mean 1.2, var 0.5
  - Evening & Morning: mean 3.6, var 0.5

#### BUS POLICY

- Three policies are compared:
  - Original Settings: Bus routes in operation now.
    - o Total 124 routes
  - Chessboard: The main policy we want to compare.
    - o Total only 20 routes
    - o 1 bus departure/10 min
  - All-pairs: Every route has only two stops.
    - Total 134 routes = # of edges
    - o 1 bus departure/10 min

# Result – Off-peak

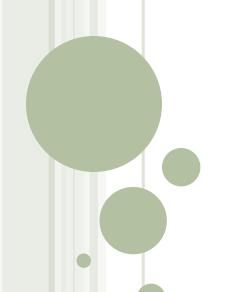
		Original	Chessboard	All-pair
Client Statistics	Client Generated	506,146	506,402	505,904
	Client Left on Map	149	170	1841
	Completion Rate	99.97%	99.97%	99.64%
	Average Time Cost	14.63 min	14.35 min	39.76 min
	Expected Travel Dist.	2663.35 m	2645.99 m	2646.91 m
	Avg. Stop Transfer	1.97	1.33	4.59
Bus Statistic	Edge Cover Rate	99.52%	99.25%	100.00%
	Edge Repeat Rate	649.25%	11.19%	0.00%
	Bus Generated	81,650	19020	127,434
	Avg. Bus on Map	184	36	22
	Total Travel Dist.	1,062,990 km	216,069 km	196,107 km
	Average Capacity	2.18	9.69	5.79

# Result - Morning

		Original	Chessboard	All-pair
Client Statistics	Client Generated	1,141,862	1,142,108	1,141,338
	Client Left on Map	403	449	4479
	Completion Rate	99.96%	99.96%	99.61%
	Average Time Cost	14.71 min	15.24 min	43.16 min
	Expected Travel Dist.	2885.72 m	2872.47 m	2865.24 m
	Avg. Stop Transfer	2.14	1.42	5.08
Bus Statistic	Edge Cover Rate	99.52%	99.25%	100.00%
	Edge Repeat Rate	649.25%	11.19%	0.00%
	Bus Generated	81,650	19020	127,434
	Avg. Bus on Map	184	36	22
	Total Travel Dist.	1,062,990 km	216,069 km	196,107 km
	Average Capacity	5.29	24.37	14.26

# Result - Evening

		Original	Chessboard	All-pair
Client Statistics	Client Generated	1,141,024	1,141,725	1,142,253
	Client Left on Map	385	359	4268
	Completion Rate	99.97%	99.97%	99.63%
	Average Time Cost	14.53 min	14.51 min	40.20 min
	Expected Travel Dist.	2697.61 m	2681.17 m	2673.47 m
	Avg. Stop Transfer	2.00	1.34	4.65
Bus Statistic	Edge Cover Rate	99.52%	99.25%	100.00%
	Edge Repeat Rate	649.25%	11.19%	0.00%
	Bus Generated	81,650	19020	127,434
	Avg. Bus on Map	184	36	22
	Total Travel Dist.	1,062,990 km	216,069 km	196,107 km
	Average Capacity	4.94	22.08	13.17



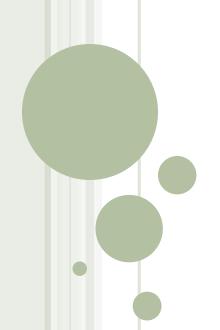
# CONCLUSION & FUTURE WORK

#### CONCLUSION

- The simulation is an initial attempt to model the bus activities in Taipei city based on some real world data collected from Internet.
- However, the data are still limited so real world behavior of clients is hard to model.
- With some proper assumptions, the experiment results suggested that the chessboard policy is far more efficient in terms of the resource utilization compared to the policy in operation.
- However, it is not a engineering problem but a political/social one, which is 10 times harder than a pure engineering one.

#### FUTURE WORK

- More real world data should be collected to avoid incorrect assumptions. More data can also provide us a sophisticated modeling of the world.
- There is much room for improvement in modeling client behavior.
  - We wait at a bus stop for a bus which takes us to our destination directly.
  - We do not like transfers.
- An optimization algorithm can be applied if more real data are available.
  - Optimize on bus routes
  - Optimize on bus intervals



### THANK YOU