



Universidad Simón Bolívar
Maestría en Ciencias de la Computación

CONSULTAS SKYLINE ESPACIALES SOBRE DATOS DINÁMICOS

Por Fabiola Di Bartolo
Tutor: Prof. Marlene Goncalves

Agenda

Puntos a tratar:

- Introducción
- Consultas Skyline
- Problema planteado
- Objetivos del trabajo de grado
- Solución al problema: algoritmos propuestos
- Estudio experimental
- Conclusiones
- Recomendaciones

Introducción

- Debido a la gran cantidad de información que se maneja en la actualidad, ha crecido la necesidad de realizar consultas de bases de datos, que permitan **filtrar los datos acorde a ciertos requerimientos del usuario**.
- Estos requerimientos pueden ser vistos como **preferencias particulares** que el usuario desearía sobre los datos.
- En presencia de valores numéricos, estas preferencias pueden ser indicadas como la **minimización o maximización** de una o más características.
- Ejemplo: el usuario para planificar un viaje, desea conseguir los hoteles con menor precio y mayor puntuación.
- A este tipo de consultas, se les denomina **Consultas Skyline**.

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Introducción

- Estas consultas, han evolucionado para resolver problemas más particulares. Uno de ellos, se basa en la adaptación de estas preferencias a **datos con coordenadas espaciales**, las **Consultas Skyline Espaciales**.
- Por ejemplo, obtener los hoteles más cercanos a ciertos puntos de interés o referencia indicados por el usuario.
- Estos puntos de referencia pueden ser fijos o variar de posición.
- Resulta un problema más complejo que las Consultas Skyline tradicionales porque **todas las distancias de los datos a estos puntos de referencia deben ser calculadas**.
- Las Consultas Skyline Espaciales, son estudiadas y extendidas en este trabajo de grado.

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Consultas Skyline



Origen del término

Visualmente, se denomina Skyline al panorama creado por la silueta de las estructuras de una ciudad. **En esa silueta resaltan los edificios más cercanos o más altos, o ambos.**

El cálculo del Skyline es conocido también como la Optimalidad de Pareto o el Problema del Vector Máximo (**identificar los maximales sobre una colección de vectores**).

El primer trabajo de investigación del Skyline se realizó en el 2001 y se denominó “*The skyline operator*”*.

(*) S. Borzsonyi, D. Kossmann, K. Stocker. *The Skyline Operator*. 2001

Consultas Skyline

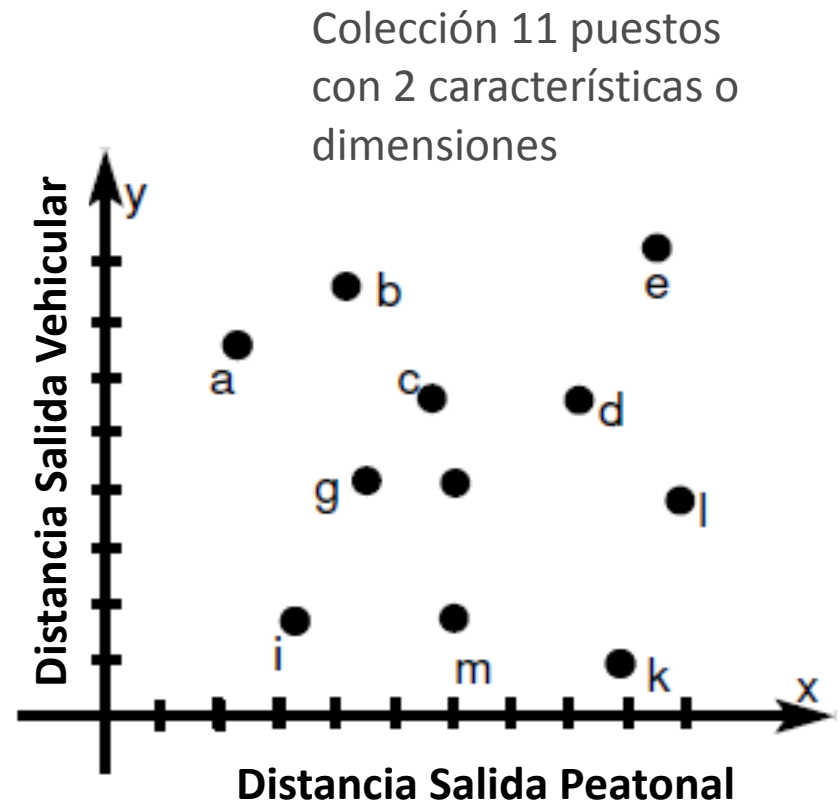
Ejemplo:

Suponga que un usuario ingresa a un estacionamiento y desea encontrar aquellos puestos de estacionamiento **más cercanos a la salida peatonal y vehicular.**

Aplicando una Consulta Skyline reducirá el tiempo de búsqueda y las opciones a sólo las deseadas:

```
SELECT * FROM puestos p
SKYLINE OF p.distSp MIN, p.distSv MIN
```

Los puntos interesantes son los que satisfacen total o parcialmente estas preferencias.



Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

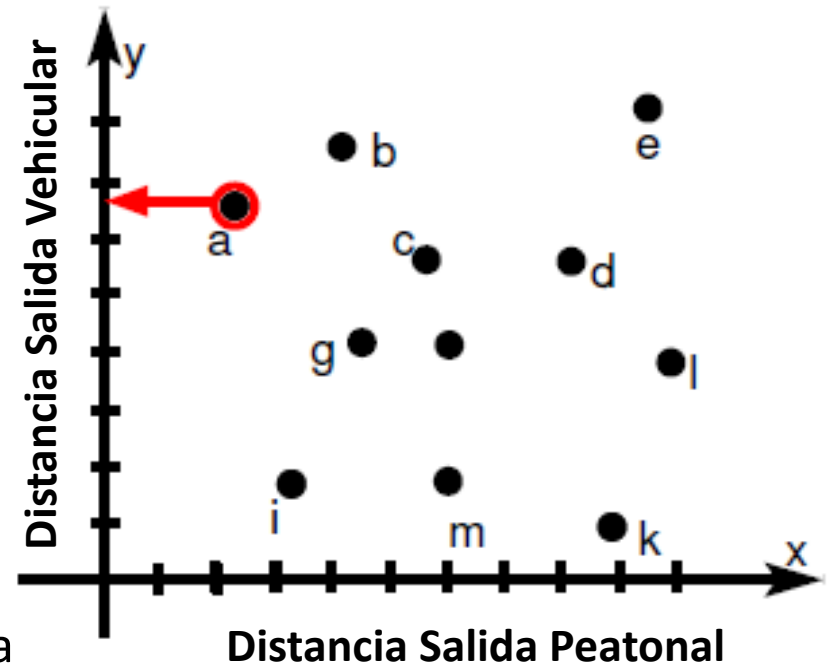
Consultas Skyline

- En este conjunto no existe un puesto que satisfaga ambas propiedades.
- Los puntos que conforman el Skyline son $\{a, k, i\}$:

a = menor distancia a salida peatonal.

k = menor distancia a salida vehicular.

i = no tiene la menor distancia a la salida peatonal ni vehicular, pero **esta más cerca que a de la salida vehicular y mas cerca que k de la salida peatonal.**



Se dice que el resto de los puntos están dominados por el conjunto $\{a, i, k\}$

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

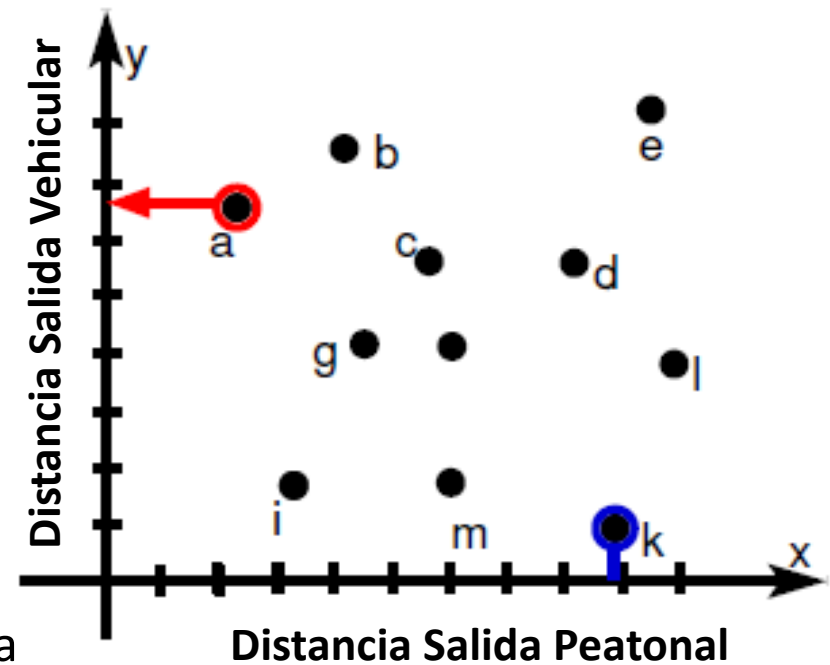
Consultas Skyline

- En este conjunto no existe un puesto que satisfaga ambas propiedades.
- Los puntos que conforman el Skyline son {a,k,i}:

a= menor distancia a salida peatonal.

k= menor distancia a salida vehícular.

i= no tiene la menor distancia a la salida peatonal ni vehícular, pero esta más cerca que a de la salida vehícular y mas cerca que k de la salida peatonal.



Se dice que el resto de los puntos están dominados por el conjunto {a,i,k}

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

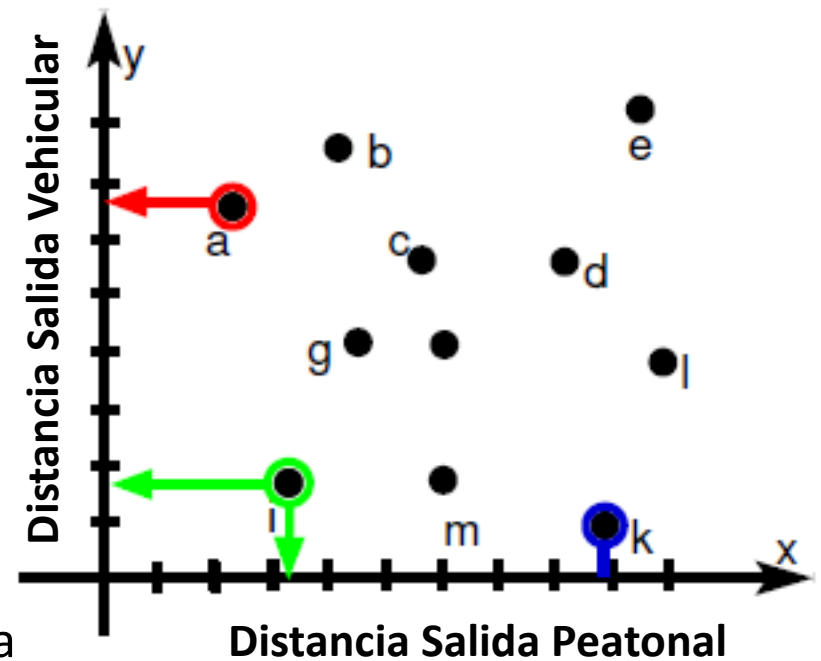
Consultas Skyline

- En este conjunto no existe un puesto que satisfaga ambas propiedades.
- Los puntos que conforman el Skyline son $\{a, k, i\}$:

a = menor distancia a salida peatonal.

k = menor distancia a salida vehicular.

i = no tiene la menor distancia a la salida peatonal ni vehicular, pero **esta más cerca que a de la salida vehicular y mas cerca que k de la salida peatonal.**



Se dice que el resto de los puntos están dominados por el conjunto $\{a, i, k\}$

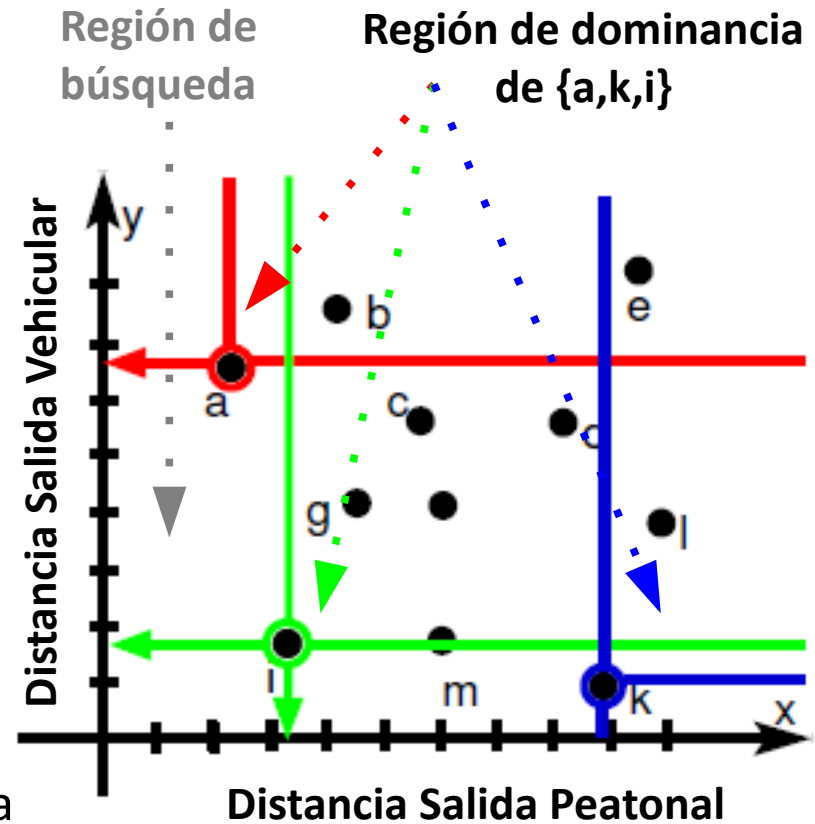
Consultas Skyline

- En este conjunto no existe un puesto que satisfaga ambas propiedades.
- Los puntos que conforman el Skyline son $\{a, k, i\}$:

a = menor distancia a salida peatonal.

k = menor distancia a salida vehicular.

i = no tiene la menor distancia a la salida peatonal ni vehicular, pero **esta más cerca que a de la salida vehicular y mas cerca que k de la salida peatonal.**

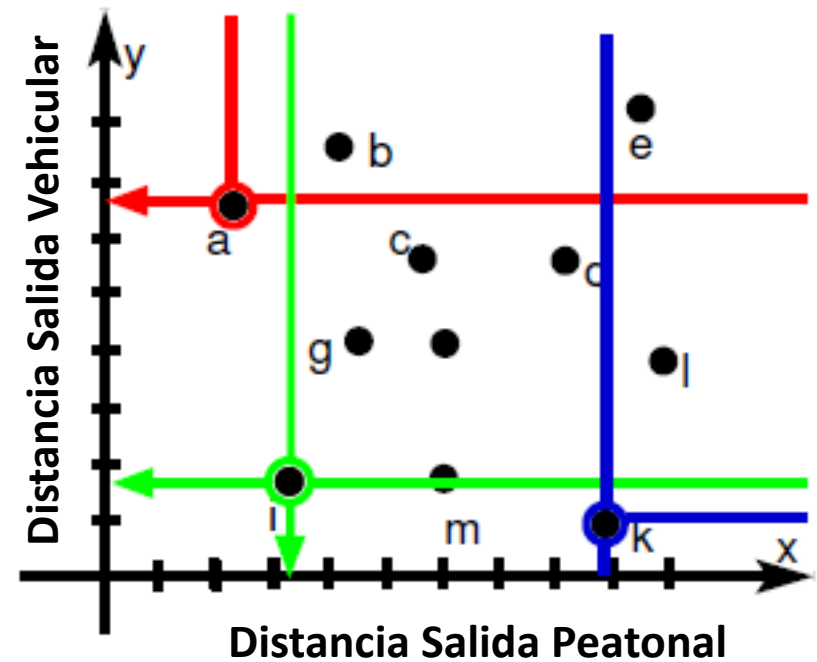


Se dice que el resto de los puntos están dominados por el conjunto $\{a, i, k\}$

Consultas Skyline

Problema:

Las dos distancias de los puestos a las salidas son fijas y están almacenadas en una tabla relacional como atributos de los puestos. De esta manera, el Skyline puede ser evaluado y retornado.



Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

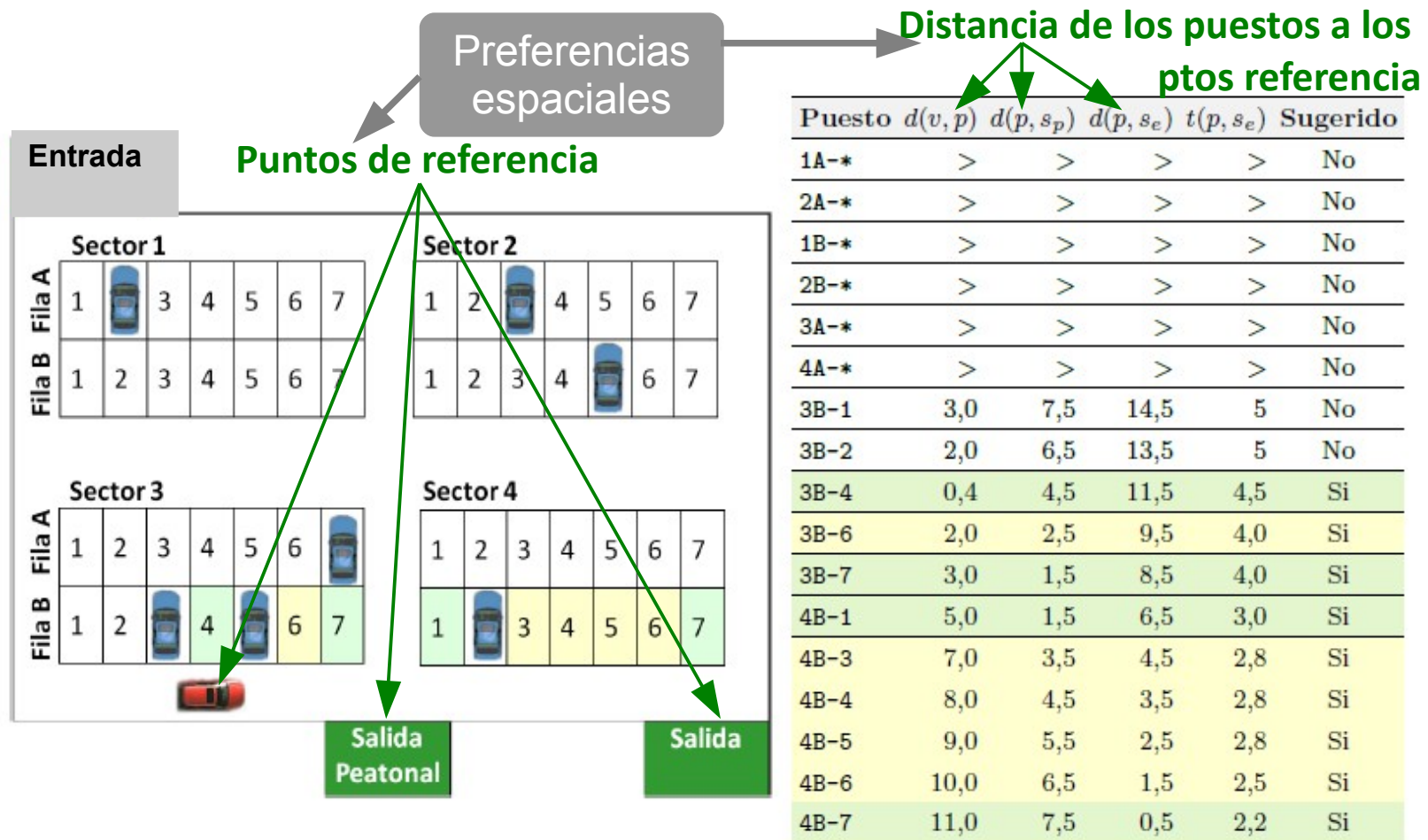
Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Problema – Skyline Espacial

Ahora, el usuario desea conseguir los **mejores puestos que estén cercanos además al vehículo en movimiento**, entonces la distancia de los puestos al vehículo variará cada vez que el vehículo se mueva. Es necesario aplicar una **Consulta Skyline Espacial***.



(*) M. Sharifzadeh, C. Shahabi. The Spatial Skyline Queries. 2006

Introducción
Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Problema - Ejemplo

Pero, el usuario quiere que el **puesto no esté ocupado** y que el **tiempo de salida del estacionamiento sea bajo** (**Skyline Espacial Dinámico**).

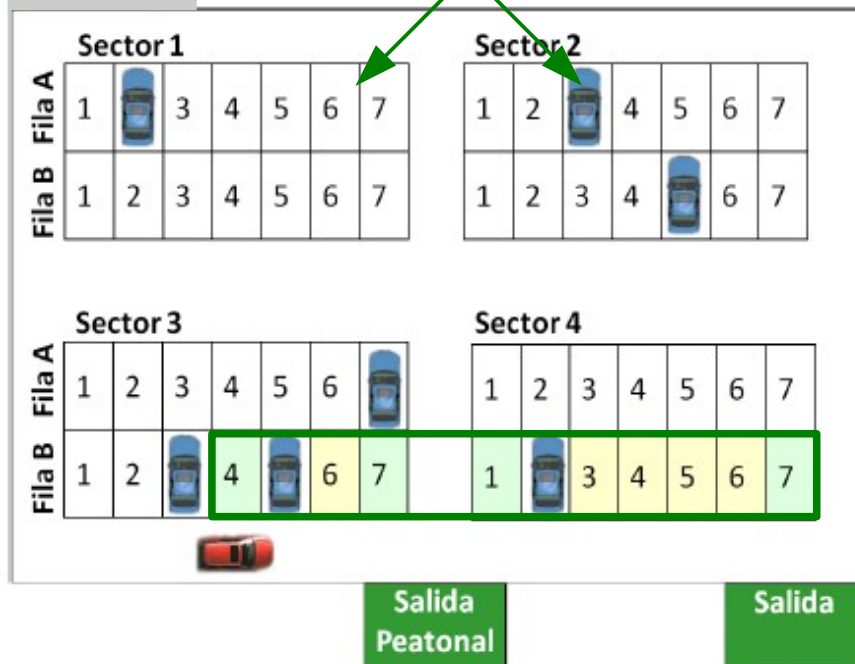
Ambiente Inicial

- Ocupados: 7
- Skyline: 9

Requisito obligatorio

Preferencias no espaciales

Entrada Disponibilidad: libre u ocupado



Puesto	$d(v, p)$	$d(p, s_p)$	$d(p, s_e)$	$t(p, s_e)$	Sugerido
1A-*	>	>	>	>	No
2A-*	>	>	>	>	No
1B-*	>	>	>	>	No
2B-*	>	>	>	>	No
3A-*	>	>	>	>	No
4A-*	>	>	>	>	No
3B-1	3,0	7,5	14,5	5	No
3B-2	2,0	6,5	13,5	5	No
3B-4	0,4	4,5	11,5	4,5	Si
3B-6	2,0	2,5	9,5	4,0	Si
3B-7	3,0	1,5	8,5	4,0	Si
4B-1	5,0	1,5	6,5	3,0	Si
4B-3	7,0	3,5	4,5	2,8	Si
4B-4	8,0	4,5	3,5	2,8	Si
4B-5	9,0	5,5	2,5	2,8	Si
4B-6	10,0	6,5	1,5	2,5	Si
4B-7	11,0	7,5	0,5	2,2	Si

Introducción
Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

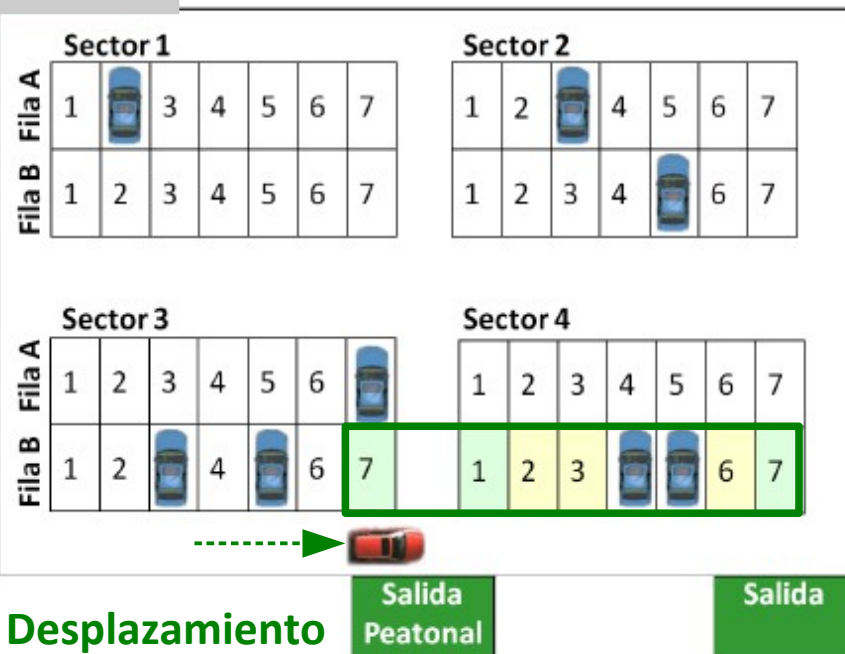
Recomendaciones

Problema - Ejemplo

Ambiente Transformado

- **Cambios:** 4B-2 -> disponible; 4B-4, 4B-5 -> ocupados; el vehículo se desplazó
- **Ocupados:** 8
- **Skyline:** 6 (puestos disponibles desde el 3B-7 al 4B-7)

Entrada



**Desplazamiento
del vehículo**

Puesto	$d(v, p)$	$d(p, s_p)$	$d(p, s_e)$	$t(p, s_e)$	Sugerido
1A-*	>	>	>	>	No
2A-*	>	>	>	>	No
1B-*	>	>	>	>	No
2B-*	>	>	>	>	No
3A-*	>	>	>	>	No
4A-*	>	>	>	>	No
3B-1	6,0	7,5	14,5	5	No
3B-2	5,0	6,5	13,5	5	No
3B-4	3,0	4,5	11,5	4,5	No
3B-6	1,0	2,5	9,5	4,0	No
3B-7	0,5	1,5	8,5	4,0	Si
4B-1	2,0	1,5	6,5	3,0	Si
4B-2	3,0	3,5	4,5	2,8	Si
4B-3	4,0	3,5	4,5	2,8	Si
4B-6	7,0	6,5	1,5	2,5	Si
4B-7	8,0	7,5	0,5	2,2	Si

Introducción
Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Problema - Consultas DSSQ

Consultas Skyline Espaciales Dinámicas (DSSQ)

Se derivan de las Consultas Skyline Espaciales e incluyen:

- Atributos no espaciales a_i y uno altamente cambiante a_c .
- Preferencias sobre los atributos no espaciales.
- Requisito obligatorio sobre el atributo a_c como filtro en el Skyline. Se obtienen sólo los objetos cuyo atributo a_c cumplan con el conjunto de valores V dado.

Dominancia para las DSSQ: 'x' domina a 'y' si...

$$\begin{aligned} y.a_c \in V &\implies ((\forall q_i \mid q_i \in Q : dist(x, q_i) \leq dist(y, q_i)) \wedge \\ &(\forall a_i \mid a_i \in (A - \{a_c\}) : y.a_i \preceq x.a_i) \wedge \\ &((\exists q_j \mid q_j \in Q : dist(x, q_j) < dist(y, q_j)) \vee (\exists a_i \mid a_i \in (A - \{a_c\}) : y.a_i \prec x.a_i))) \\ y.a_c \notin V &\implies True \end{aligned}$$

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Problema - Definición

El problema **Skyline Espacial sobre Datos Dinámicos (DSS)**, consiste en la evaluación de estas consultas en ambientes que son afectados por:

1

Cambios en la disponibilidad o de estado: esto se debe a nuevos valores del atributo altamente cambiante en el conjunto de datos de entrada

2

Movimiento del punto de referencia: lo cual se debe a la nueva posición de uno de estos puntos de referencia indicados en la consulta

Objetivos del trabajo de grado

General

Diseñar e implementar una solución al problema de evaluación de Consultas Skyline Espaciales en ambientes dinámicos.

Específicos

Diseñar técnicas de evaluación progresiva para Consultas Skyline Espaciales.

Desarrollar un algoritmo de evaluación de Consultas Skyline Espaciales Dinámicas con mecanismos para la actualización del Skyline.

Realizar un estudio experimental del desempeño de la solución propuesta.

Solución

Como solución a los objetivos se desarrollaron:

- 1 4 algoritmos de evaluación** continua de estas con su salida gráfica respectiva y su archivo de resultados de cada ejecución.
- 2 Generador del ambiente inicial** para el estudio experimental: plano, puntos de referencia y dimensiones no espaciales.
- 3 Simulador** que en cada iteración transforma el ambiente e invoca a los 4 algoritmos de evaluación.
- 4 Recolector de resultados** a partir del archivo de resultados de los algoritmos, procesa los datos, los totaliza y genera las gráficas del estudio experimental.

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

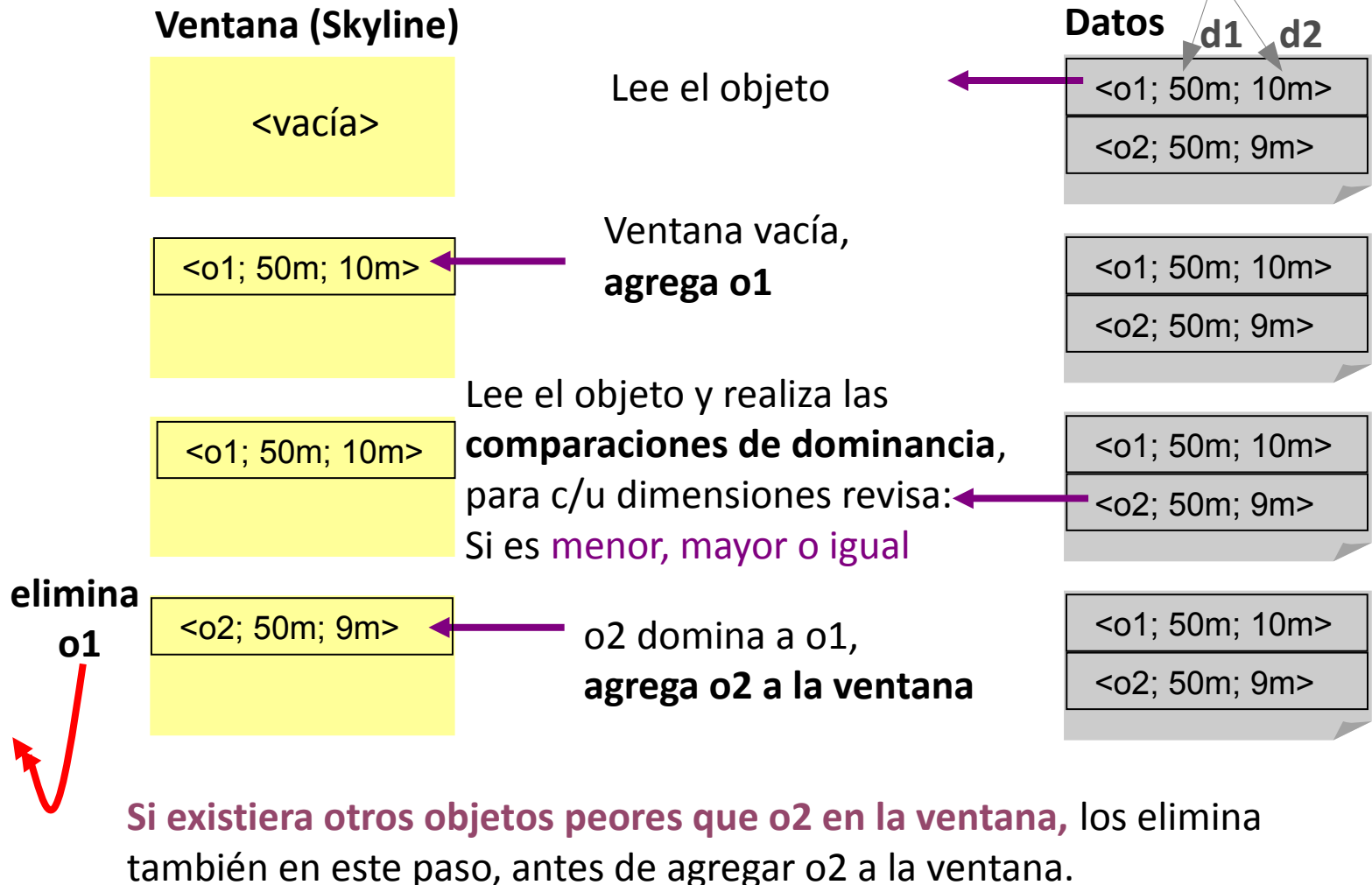
Conclusiones

Recomendaciones

Solución - Preliminares

Algoritmo BNL (Block Nested Loop) Skyline:

Distancias a 2
puntos de referencia



Solución - Preliminares

Algoritmo BNL (Block Nested Loop) Skyline:

Ventana (Skyline)

<o2; 50m; 9m>

<o2; 50m; 9m>

<o2; 50m; 9m>

<o2; 50m; 9m>

<o4; 52m; 7m>

Lee el objeto y realiza las comparaciones de dominancia

o3 es peor que o2, **descarta o3**

Lee el objeto y realiza las comparaciones de dominancia

o4 y o2 son incomparables, **agrega o4 a la ventana**

Datos d1 d2

<o3; 55m; 10m>

<o4; 52m; 7m>

<o3; 55m; 10m>

<o4; 52m; 7m>

<o3; 55m; 10m>

<o4; 52m; 7m>

<o3; 55m; 10m>

<o4; 52m; 7m>

Una vez que se verifique que o4 no es dominado por la ventana, es decir que es incomparable con respecto a todos los objetos presentes en la ventana, agrega o4 a la ventana.

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Solución

Los algoritmos propuestos en este trabajo de grado son:

- ❶ **2B2S**: ejecuta el algoritmo BNL completo con todos los candidatos al Skyline para cada cambio en el ambiente.
- ❷ **IB2S**: similar a ❶, pero al existir **cambios de estado** aplica el algoritmo BNL manteniendo el Skyline previo para actualizarlo.
- ❸ **VC2S+**: adaptación de los algoritmos VS^2 y VCS^2 , basados en el diagrama de Voronoi, diseñados en el 2009 para la evaluación del Skyline Espacial*. Actualiza el Skyline para el **movimiento del punto de referencia**.
- ❹ **CD2S**: actualiza de forma progresiva el Skyline para **ambos cambios del ambiente**. Se basa en la identificación de patrones de movimiento del ❸. Separa el Skyline en 4 grupos para reducir el número de comparaciones.

(*) M. Sharifzadeh, C. Shahabi, L. Kazemi. *Processing Spatial Skyline Queries in Both Vector Spaces and Spatial Network Databases*. 2009

Solución

Simulación inicial

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

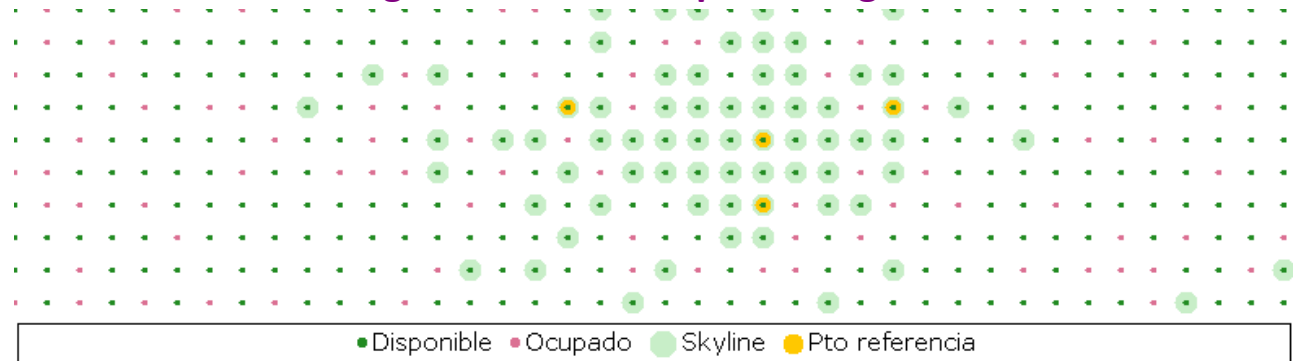
Conclusiones

Recomendaciones

Solución – Simulación 2B2S ❶ y IB2S ❷

Inicial

Salida gráfica retornada por los algoritmos



400 puestos, 20% ocupados, 4 ptos referencia, 2 dim no espaciales

Para el modo de ejecución inicial, los algoritmos ❶ y ❷ son idénticos:

- ❶ Busca en el **plano** sólo los objetos con estatus **disponible(320)**, ignorando los **ocupados(80)**:
 - Calcula la distancia euclídeana a cada **punto de referencia(4)**.
 - Agrega al objeto a la lista de candidatos.
- ❷ Tomando los candidatos, aplica el algoritmo **BNL** para conseguir el **Skyline(70)**.

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

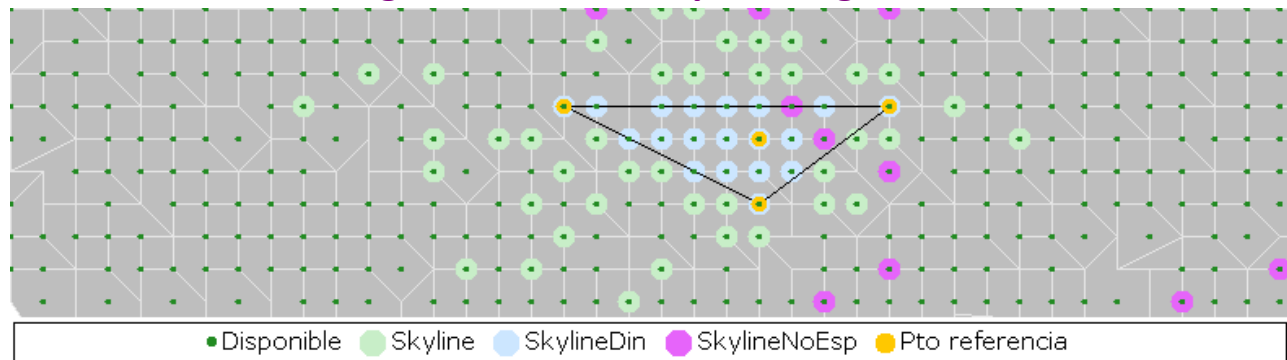
Conclusiones

Recomendaciones

Solución – Simulación VC2S+ 3

Inicial

Salida gráfica retornada por el algoritmo



400 puestos, 20% ocupados, 4 ptos referencia, 2 dim no espaciales

- 1 Busca los objetos **disponibles(320)**, calcula las distancias a los **puntos de referencia(4)** y los agrega como candidatos.
- 2 Crea el **grafo Delaunay** sólo con los candidatos y el **Convex Hull (CH)**.
- 3 Obtiene el **SkylineNoEsp(10)** (sólo esas 2 dim) y la **región de búsqueda**.
- 4 **Algoritmo VS²**: navega el grafo a través de los vecinos de Voronoi dentro de la región. Por cada visitado, si está dentro del CH, lo agrega al **SkylineDin(19)**; sino, lo inserta en una pila ordenada, pero **sólo si no es dominado por los demás objetos de la pila**. En un último paso, transfiere los objetos de la pila al **Skyline(41)** que no estén dominados.

(*) M. Sharifzadeh, C. Shahabi, L. Kazemi. *Processing Spatial Skyline Queries in Both Vector Spaces and Spatial Network Databases*. 2009

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

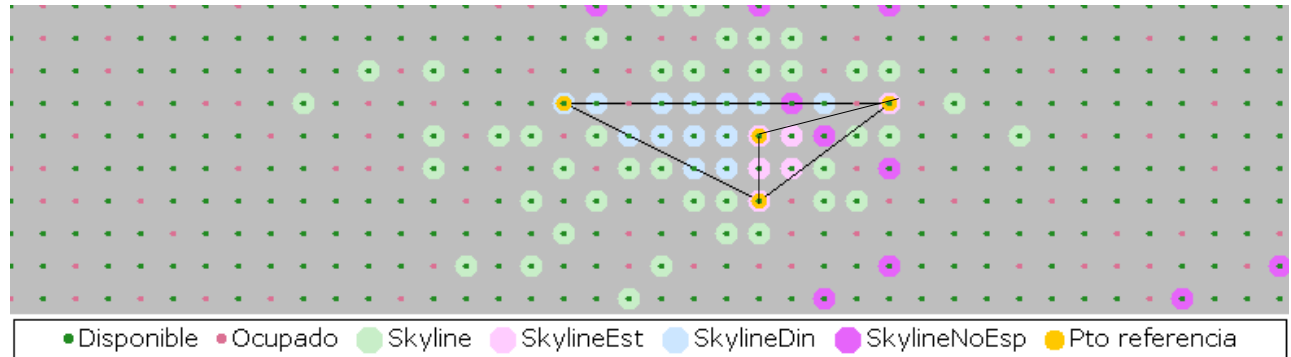
Conclusiones

Recomendaciones

Solución – Simulación CD2S 4

Inicial

Salida gráfica retornada por el algoritmo



400 puestos, 20% ocupados, 4 pto referencia, 2 dim no espaciales

- 1 Crea **Convex Hull (CH)**, el **Convex Hull Estático (CHest)** que no incluye el punto móvil y la **región de búsqueda** que inicialmente es todo el plano.
- 2 Busca los objetos **disponibles (320)**, calcula las distancias a los **puntos de referencia (4)**. Los que están en CHest o CH son agregados directamente al **SkylineEst(6)** o **SkylinDin(13)**, el resto agrega como candidatos.
- 3 Obtiene el **SkylineNoEsp(10)** (sólo esas 2 dimensiones).
- 4 Los candidatos restantes que no son dominados por los marcados ya como Skyline anteriormente, se agregan al **Skyline (41)** aplicando el **BNL con optimizaciones en las comparaciones de dominancia**.

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Solución

Simulación de cambio de estado

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Solución – Simulación 2B2S ❶ y IB2S ❷

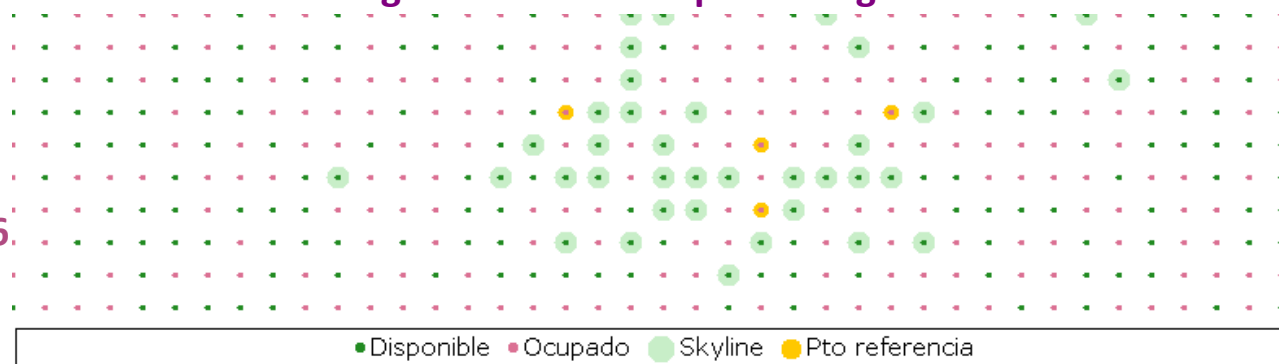
Cambios de estado

Pasaron a:

ocupados +196

libres +53

Salida gráfica retornada por los algoritmos



400 puestos, 20% ocupados, 4 ptos referencia, 2 dim no espaciales

Algoritmo ❶:

- 1 **Sincroniza el plano** con los estados de los objetos.
- 2 **Reinicia los candidatos**, encuentra los **disponibles (177)**, sólo calcula las distancias que faltan.
- 3 **Calcula de nuevo el Skyline**. Aplica el **BNL** para conseguir el **Skyline(53)**.

Algoritmo ❷:

- 1 **Idem, sincroniza el plano.**
- 2 **Actualiza los candidatos.** Elimina los nuevos **ocupados(196)** y también del Skyline y agrega los **disponibles(53)**.
- 3 **Actualiza el Skyline.** Con el Skyline anterior, aplica el **BNL** para obtener el **Skyline(53)** (Si en ❷ no se redujo el Skyline, utiliza sólo los nuevos disponibles; sino, todos los candidatos)

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Solución – Simulación VC2S+ **3**

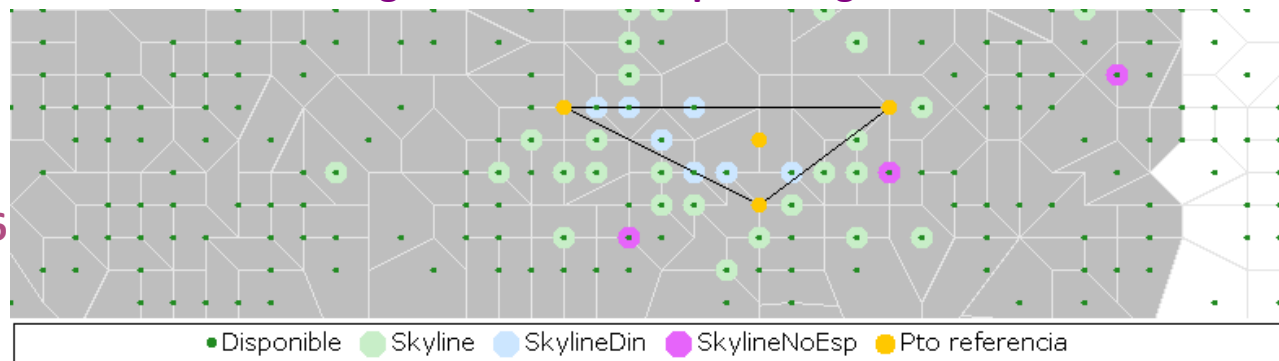
Cambios de estado

Pasaron a:

ocupados +196

libres +53

Salida gráfica retornada por el algoritmo



400 puestos, 20% ocupados, 4 ptos referencia, 2 dim no espaciales

- 1 Actualiza los candidatos.** Elimina los **ocupados(196)** y también del Skyline y agrega los **disponibles(53)** (calcula las distancias que faltan).
- 2 Crea de nuevo el grafo Delaunay** sólo con los candidatos.
- 3 Calcula de nuevo el SkylineNoEsp(3)** (sólo esas 2 dim) y la **región de búsqueda**.
- 4 Calcula de nuevo SkylineDin(7) y Skyline(43) con VS²:** (idem modo inicial) Navega el grafo, por cada visitado dentro de la región, si está en el CH, lo agrega al **SkylineDin**; sino, lo inserta en una pila ordenada (si no es dominado por los demás objetos de la pila). En un último paso, transfiere los objetos de la pila al **Skyline** que no estén dominados.

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Solución – Simulación CD2S 4

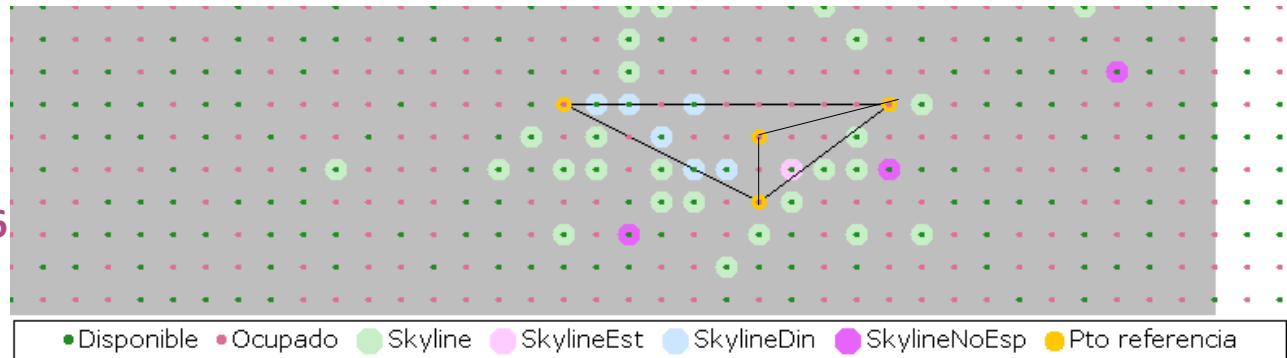
Cambios de estado

Pasaron a:

ocupados +196

libres +53

Salida gráfica retornada por el algoritmo



400 puestos, 20% ocupados, 4 pto referencia, 2 dim no espaciales

- 1 Sincroniza el plano y actualiza los candidatos.** Elimina los **ocupados(196)** y también del Skyline y, agrega los **disponibles(53)**.
- 2 Actualiza el Skyline Espacial** con los nuevos disponibles: si están en Chest o CH, se **agregan al SkylineEst(1)** y **SkylinDin(6)**; sino, verifica dominancia espacial con los objetos del Skyline, aplicando el **BNL Skyline** con optimizaciones y si es necesario, lo agrega al **Skyline(43)**.
- 3 Actualiza el SkylineNoEsp(3)** (sólo esas 2 dim) y la **región de búsqueda**.
- 4 Busca otros candidatos**, si la nueva región de búsqueda y la anterior son distintas. Elimina de candidatos los que están fuera de la región y busca los restantes dentro de la nueva para **actualizar el Skyline**.

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Solución

Simulación de movimiento

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

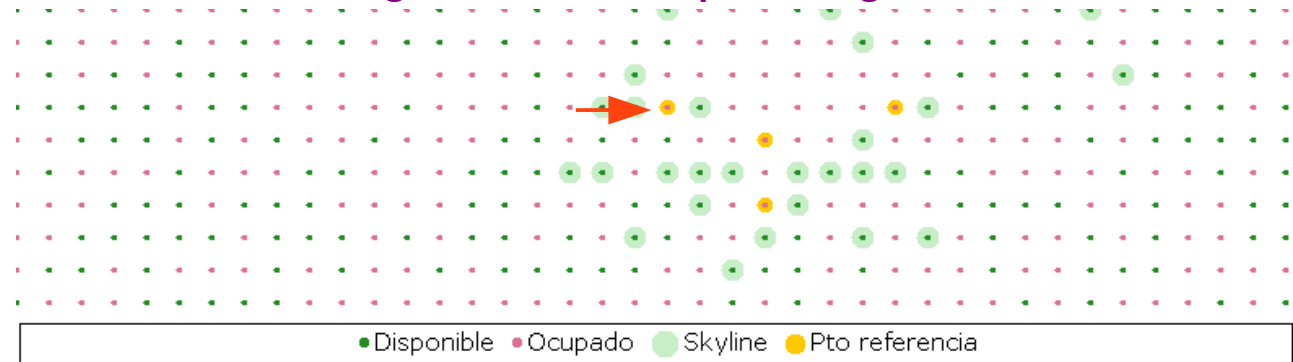
Recomendaciones

Solución – Simulación 2B2S **1** y IB2S **2**

Movimiento

(3 pos, →)

Salida gráfica retornada por los algoritmos



400 puestos, 20% ocupados, 4 ptos referencia, 2 dim no espaciales

Para este modo, los algoritmos **1** y **2** son idénticos:

- 1** Itera la lista de candidatos para actualizar la distancia euclídeana al **punto de referencia móvil**.
- 2** Reinicia el Skyline, para calcularlo de nuevo. Tomando los candidatos, aplica el algoritmo **BNL** para conseguir el **Skyline(27)**.

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

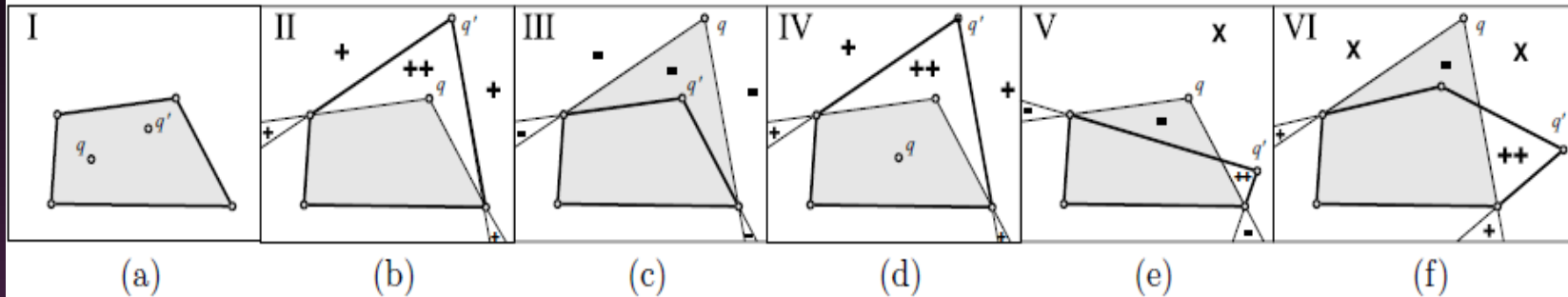
Conclusiones

Recomendaciones

Solución – VC2S+ **3** y CD2S **4**

Patrones de movimiento

M. Sharifzadeh, C. Shahabi. *The Spatial Skyline Queries*. 2006



++: se agregan directamente
+: se evalúa si debe ser agregado

-: se evalúa si debe ser eliminado
x: se evalúa para determinar pertenencia al Skyline

- **Patrón I:** el Skyline se mantiene.
- **Patrón II, IV:** se agregan objetos al Skyline.
- **Patrón III:** se eliminan objetos al Skyline.
- **Patrón V:** se agregan y eliminan objetos, según sea el caso.
- **Patrón VI:** similar a V, pero a diferencia de **4**, **3** no actualiza el Skyline, ejecuta desde el inicio el algoritmo VS².

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

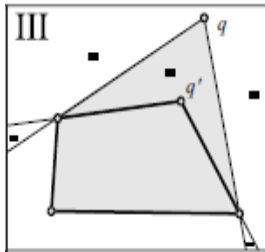
Conclusiones

Recomendaciones

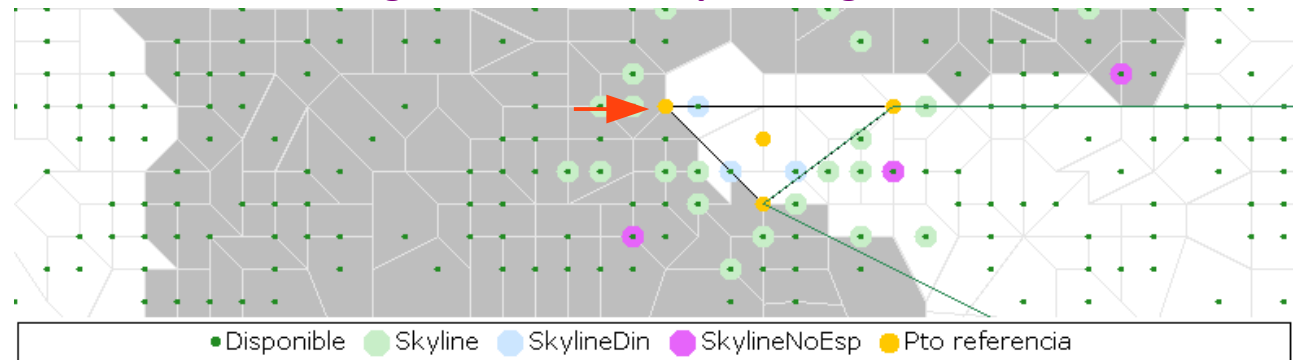
Solución – Simulación VC2S+ 3

Movimiento

(3 pos, →)



Salida gráfica retornada por el algoritmo



400 puestos, 20% ocupados, 4 ptos referencia, 2 dim no espaciales

- 1 Itera los candidatos para actualizar la distancia al **pto móvil**.
- 2 Mantiene el **SkylineNoEsp(3)** y calcula la nueva región de búsqueda.
- 3 Identifica el **patron de cambio**, el **Convex Hull** y el **sector sin cambio**.
- 4 Actualiza el **SkylineDin(3)** y **Skyline(21)** con VCS²: Navega el grafo, dentro de la región de búsqueda y fuera del sector sin cambio. Si el objeto es dominado por otros objetos del Skyline, lo elimina o lo descarta y, si no es dominado, lo agrega o mantiene en el **Skyline**. Por último, verifica nuevamente el **Skyline** para eliminar dominados.

(*) M. Sharifzadeh, C. Shahabi, L. Kazemi. *Processing Spatial Skyline Queries in Both Vector Spaces and Spatial Network Databases*. 2009

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

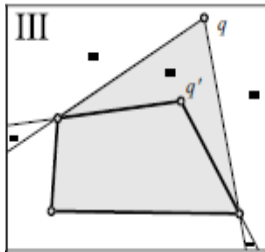
Conclusiones

Recomendaciones

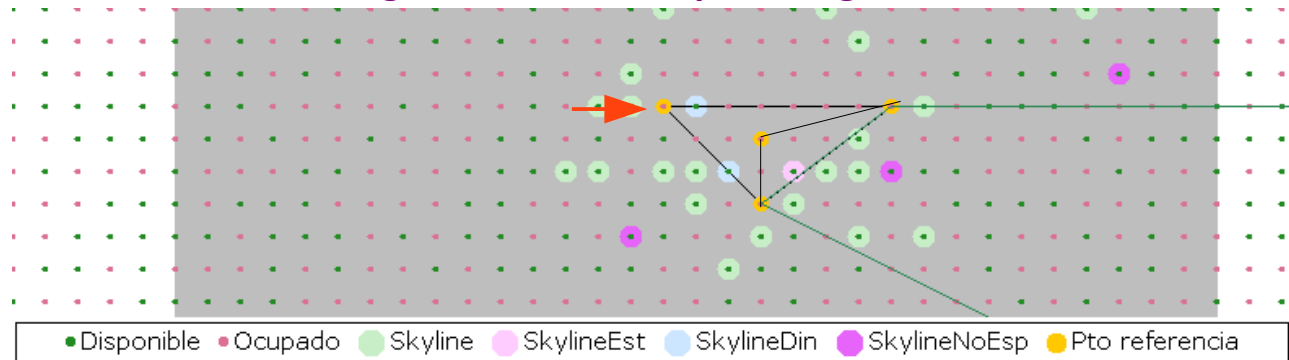
Solución – Simulación CD2S 4

Movimiento

(3 pos, →)



Salida gráfica retornada por el algoritmo



400 puestos, 20% ocupados, 4 ptos referencia, 2 dim no espaciales

- 1 Itera los candidatos para actualizar la distancia al **pto móvil**.
- 2 Mantiene el **SkylineEst(1)**, **SkylineNoEsp(3)** y calcula la nueva **región de búsqueda**.
- 3 Identifica el **patron de cambio**, construye el **Convex Hull** y el **sector sin cambio**.
- 4 Actualiza el **SkylineDin(2)** y **Skyline(21)**: Patrón III → elimina los objetos del Skyline (fuera del sector sin cambio) que esten fuera de la región de busqueda o dominados.

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Experimentos

Se hicieron 6 experimentos:

- **Se generaron 248 casos de prueba**, formados cada uno por 3 archivos generados aleatoriamente: configuración del plano, puntos de referencia y dimensiones no espaciales.
- **3 tamaños del plano**: 12.800, 51.200 y 100.000 objetos.
- **Puntos de referencia**: varían de 5, 7, 10, 12, 14, 16 a 18 puntos.
- **Dimensiones no espaciales**: varían de 0, 1, 2 a 3 dimensiones.
- **Se ejecutaron 436 mil simulaciones** con cada algoritmo utilizado en los experimentos.
- **Se realizaron en grupos de 50 simulaciones**: la primera corresponde a la evaluación inicial del caso de prueba y las 49 restantes, a la evaluación de las posteriores modificaciones del caso de prueba (**generadas por el simulador**).
- **Las simulaciones son generadas mediante los siguientes parámetros: modo de ejecución** (combinado, cambio de estatus o movimiento), porcentaje de cambio y la distancia máxima.

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

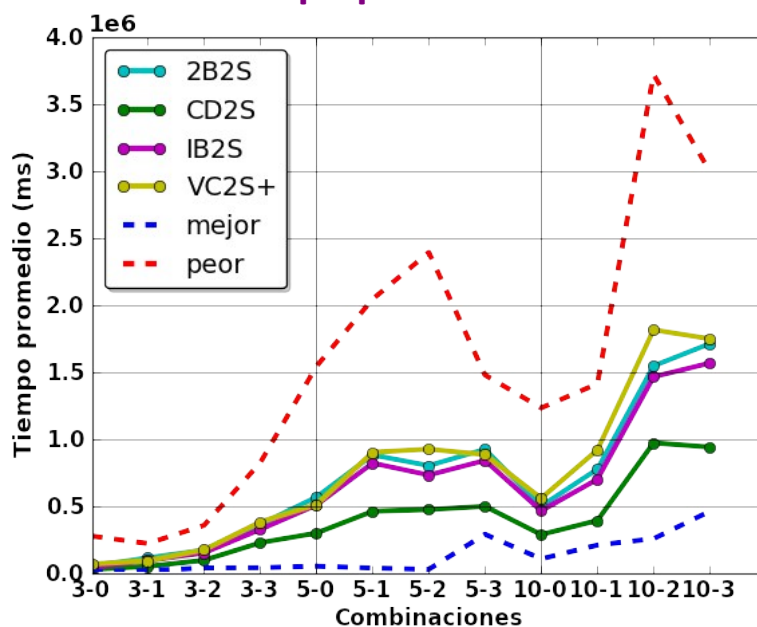
Recomendaciones

Exp I: Análisis general

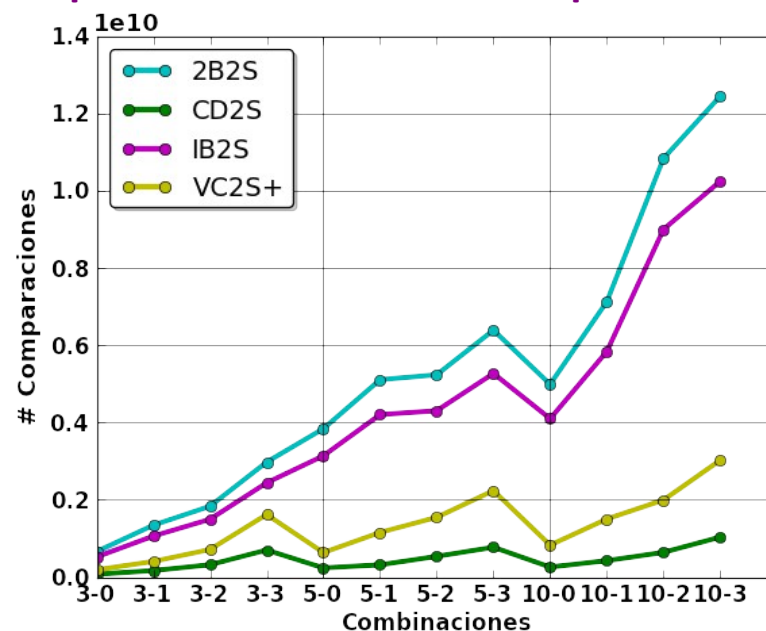
Objetivo: Estudiar los algoritmos respecto a la variación del número de puntos de referencia y dimensiones no espaciales.

Variantes: #1 DistMax=10, #2 DistMax=20. **Objetos:** 12.800

Tiempo promedio #1



Comparaciones de dominancia promedio #1



Combinación: pto ref – dim no espacial

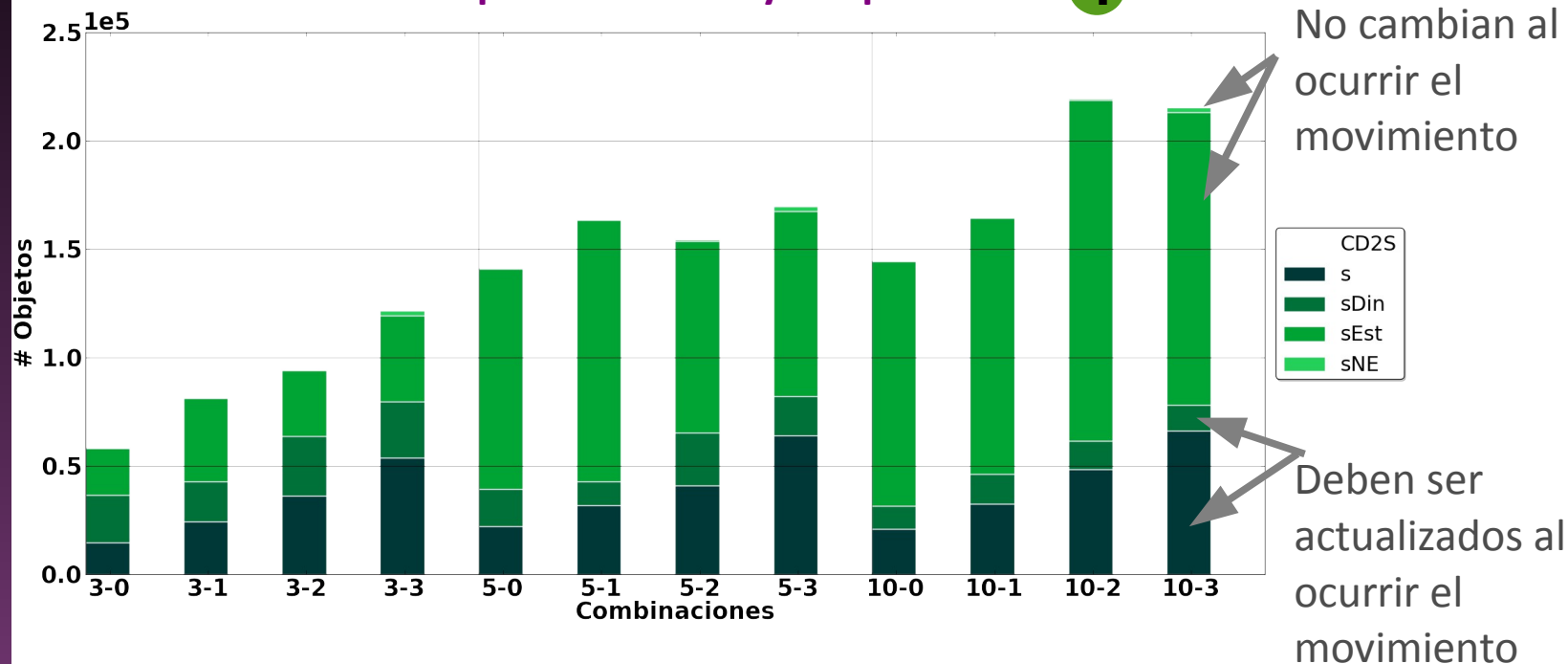
Resultados: **4** requiere cerca de la mitad del tiempo para evaluar el Skyline, siendo un 56% del tiempo de **1**, 61% de **2** y 52% de **3**.

4 realiza menos comparaciones de dominancia para actualizar el Skyline, éstas tienen un comportamiento similar al tiempo requerido por los algoritmos.

Exp I: Análisis general

Objetivo: Estudiar los algoritmos respecto a la variación del número de puntos de referencia y dimensiones no espaciales.

Composición del Skyline promedio **4**



Resultados: el tiempo de los algoritmos es afectado por la cardinalidad del Skyline, ya que **al incluir más puntos de referencia y dimensiones no espaciales, aumenta la cardinalidad** y por ende, crece el número de comparaciones de objetos y de dominancia. Como **4** separa el Skyline en 4 grupos, sólo dos grupos deben ser actualizados en presencia de movimiento (s y sDin).

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Exp II: Variación del área del convex hull

Objetivo: analizar los algoritmos respecto a la variación del área máxima del Convex Hull (CHMax) en los casos de prueba iniciales.

Variantes:

CHMax=10%:

#1 DistMax=10

#2 DistMax=20

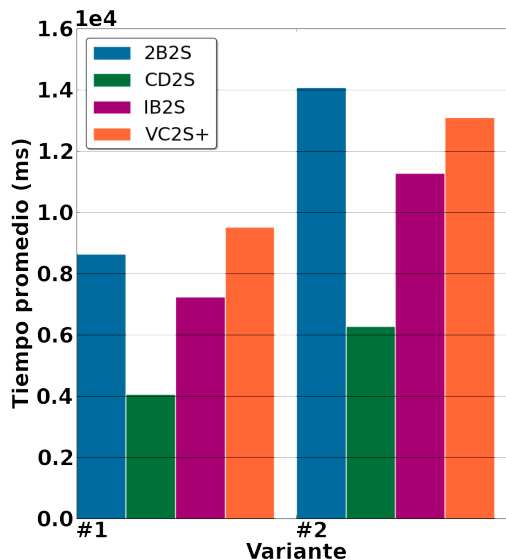
CHMax=50%:

#3 DistMax=10

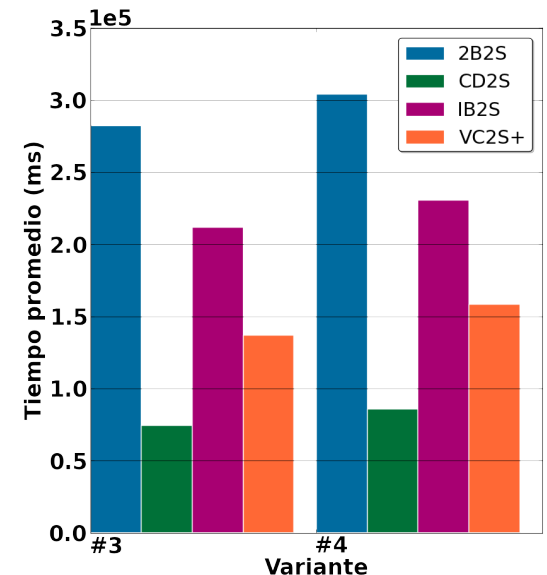
#4 DistMax=20

Objetos: 12.800

Experimento II: Tiempo promedio de ejecución



CHMax=10%:



CHMax=50%:

Resultados: los tiempos de los algoritmos aumentan a mayores valores de CHMax y DistMax. Además, **4** posee el menor tiempo de ejecución en todas las variantes (en algunas menos de la mitad), cuyos tiempos representan desde el 35% al 56% del tiempo empleado por **2**, desde el 43% al 54% del tiempo de **3** y desde el 26% al 47% del tiempo de **1**.

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Exp V: Variación del área del convex hull

Objetivo: analizar los algoritmos respecto a la variación del área máxima del Convex Hull CHMax en los casos de prueba iniciales.

Experimento V: Tiempo promedio de ejecución

Variantes:

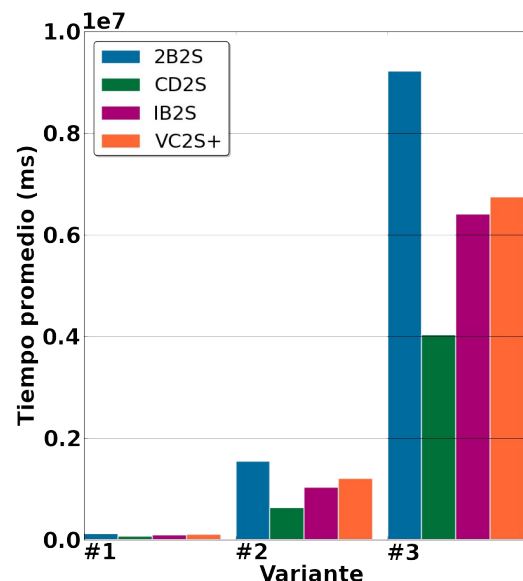
DistMax=10:

#1 CHMax=10%

#2 CHMax=25%

#3 CHMax=50%

Objetos: 51.200



Resultados: se tiene un comportamiento similar al Experimento II. **4** posee el **menor tiempo de ejecución** en todas las variantes (de $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$), cuyos tiempos representan desde el **41% al 77%** del tiempo empleado por **2**, desde el **52% al 62%** del tiempo de **3** y desde el **41% al 56%** del tiempo de **1**.

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Exp III: Sólo movimiento

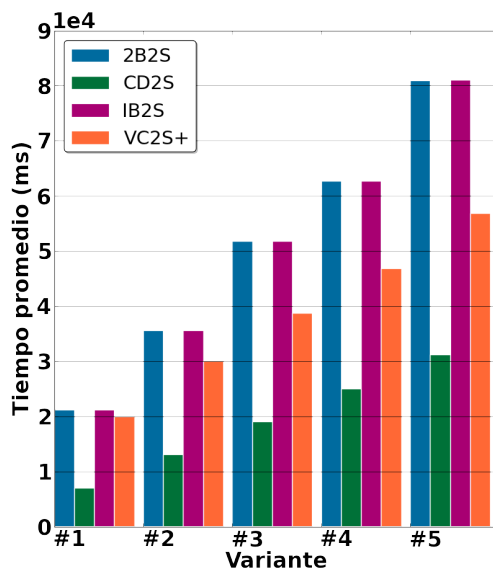
Objetivo: analizar los algoritmos respecto a la variación de la distancia máxima que se traslada el punto de referencia móvil en cada simulación (DistMax).

Variantes:

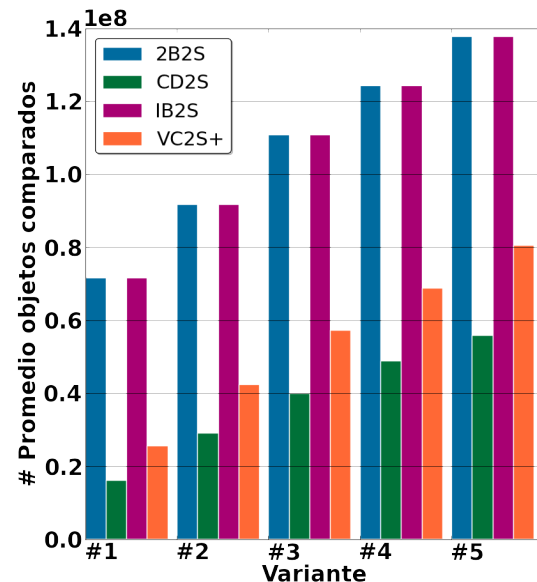
- #1 DistMax=5,
- #2 DistMax=10,
- #3 DistMax=15,
- #4 DistMax=20,
- #5 DistMax=25.

Objetos: 12.800

Tiempo de ejecución



Objetos comparados



Resultados: **4** posee el menor tiempo de ejecución (menos de la mitad), cuyos tiempos representan desde el 33% al 40% del tiempo empleado por **1** y **2** y desde el 35% al 55% del tiempo de **3**. **4** necesita comparar la menor cantidad de objetos, la mitad de **1** y **2**.

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Exp IV: Sólo cambio de estatus

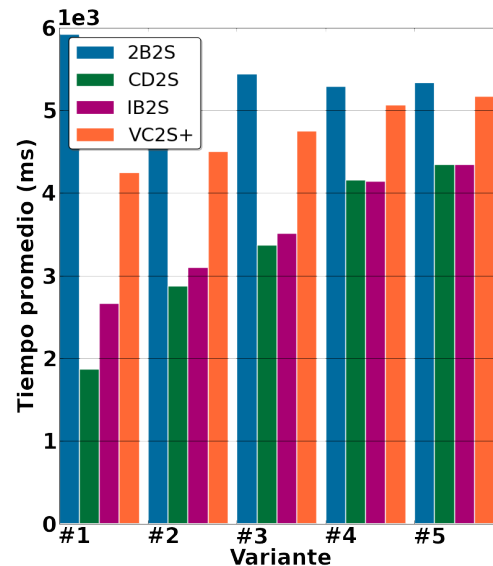
Objetivo: estudiar los algoritmos respecto a la variación del porcentaje de cambio de disponibilidad de las localidades en cada simulacion (%Cambio).

Variantes:

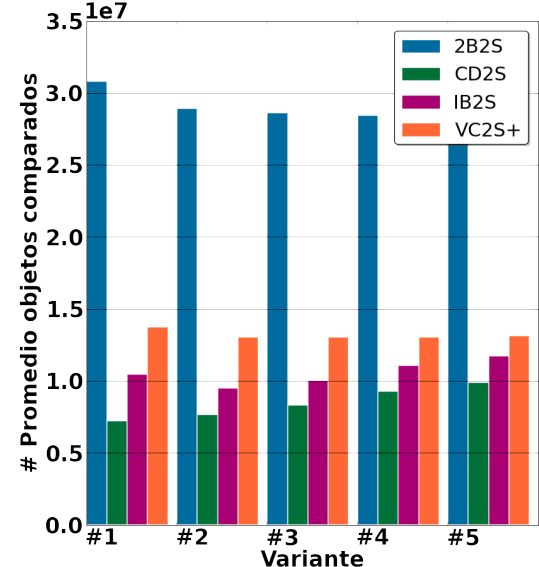
- #1 %Cambio=10,
- #2 %Cambio=30,
- #3 %Cambio= aleatorio,
- #4 %Cambio=70,
- #5 %Cambio=90.

Objetos: 12.800

Tiempo de ejecución



Objetos comparados



Resultados: **4** posee el menor tiempo de ejecución menos en #4 y #5, los tiempos representan desde el 70% al 100,4% del tiempo empleado por **2**, el 44% al 84% del tiempo de **3** y el 32% al 82% del tiempo de **1**.

4 necesita comparar la menor cantidad de objetos.

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

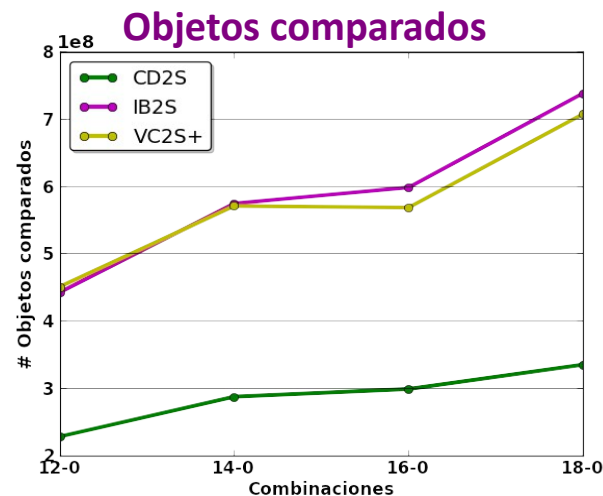
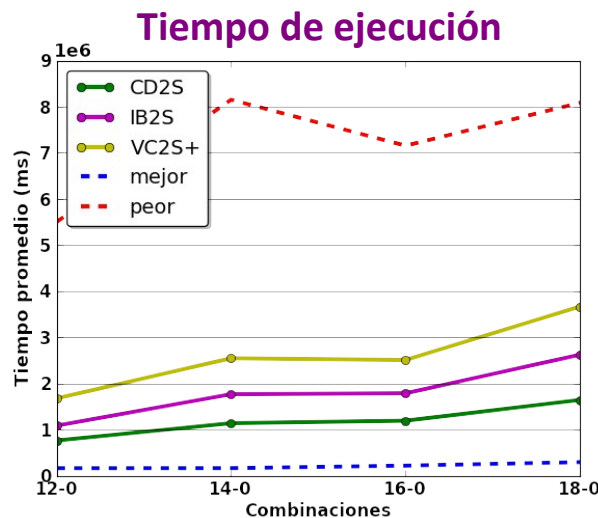
Recomendaciones

Exp VI: Más de 10 puntos de referencia

Objetivo: estudiar los algoritmos utilizando un mayor número de puntos de referencia y un conjunto de datos mayor y, analizar la influencia de las dimensiones no espaciales. (Se excluyó a **1**, por ser ineficiente)

Variantes: DistMax=50: **#1** dimNoEsp=0, **#2** dimNoEsp=1. **Objetos:** 100.000

0 dimensiones no espaciales (variante #1)



Resultados: Los tiempos crecen a medida que aumentan los puntos de referencia. **4** posee el menor tiempo de ejecución, respresentando el 65% y el 45% del tiempo empleado por **2** y **3**.

4 compara cerca de la mitad de los objetos en relación a las comparaciones efectuadas por los otros algoritmos para determinar el Skyline.

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

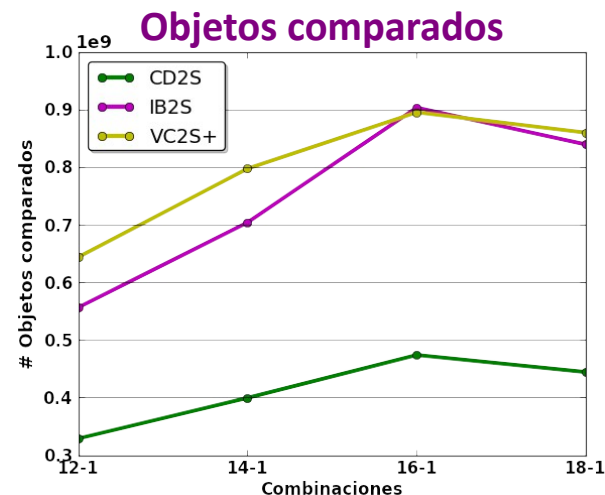
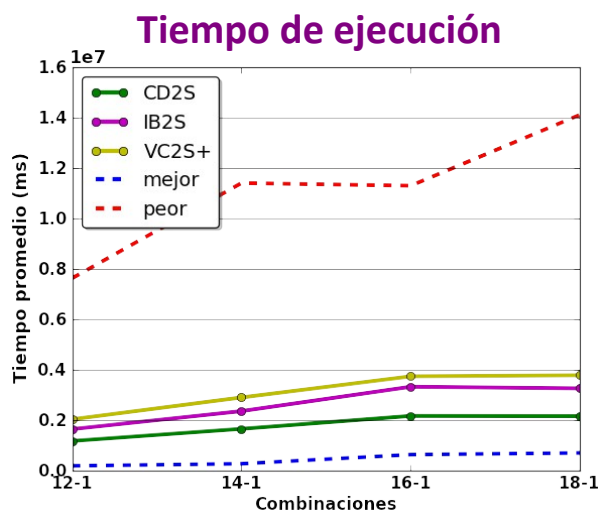
Recomendaciones

Exp VI: Más de 10 puntos de referencia

Objetivo: estudiar los algoritmos utilizando un mayor número de puntos de referencia y un conjunto de datos mayor y, analizar la influencia de las dimensiones no espaciales. (Se excluyó a **1**, por ser ineficiente)

Variantes: DistMax=50: **#1** dimNoEsp=0, **#2** dimNoEsp=1. **Objetos:** 100.000

1 dimensión no espacial (variante #2)



Resultados: Los tiempos crecen al incluir una dimensión no espacial porque la región de búsqueda es mayor y más objetos deben ser comparados. **4** posee el menor tiempo de ejecución, respresentando el 67% y el 57% del tiempo empleado por **2** y **3**. **4** compara cerca de la mitad de los objetos en relación a las comparaciones efectuadas por los otros algoritmos.

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Conclusiones

- Se extendieron las Consultas Skyline Espaciales a las Consultas Skyline Espaciales Dinámicas.
- Se propusieron 4 algoritmos: 2B2S **1**, IB2S **2**, VC2S+ **3** (adaptación del VS^2 y VCS^2) y CD2S **4**.
- El algoritmo **4** actualiza el Skyline de forma progresiva, bien sea por movimiento del punto de referencia o por cambios de estatus en los datos.
- Se realizó un diseño experimental exhaustivo con datos sintéticos para estudiar los algoritmos. En los resultados, se tiene que la cardinalidad del Skyline es afectada directamente por el número dimensiones, lo que se traduce en un mayor número de comparaciones y tiempo.
- En general **4**, evalúa el Skyline en menor tiempo (a veces menos de la mitad), compara una menor cantidad de objetos y debe realizar menos comparaciones de dominancia.

Recomendaciones

- Estudiar las **Consultas Skyline Direccionales** para filtrar aún más los objetos retornados. Éstas incluyen un vector de dirección del punto de referencia móvil y establecen un ángulo máximo de desviación.
- Integrar el problema con técnicas de *ranking* como el **Top-k**, para que el usuario pueda limitar la búsqueda a k-objetos interesantes a ser devueltos en una primera fase del Skyline.
- Ampliar los algoritmos para utilizar **otras distancias** (Ej. Manhattan, camino de costo mínimo) y **estados de más de dos valores** (atributo cambiante).
- Integrar los algoritmos a sistemas de sensores reales, de esta forma, se puede validar si un objeto para un instante determinado posee el estatus requerido y así **probar los algoritmos en ambientes reales**.

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

¡Muchas Gracias!

¿Preguntas?

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

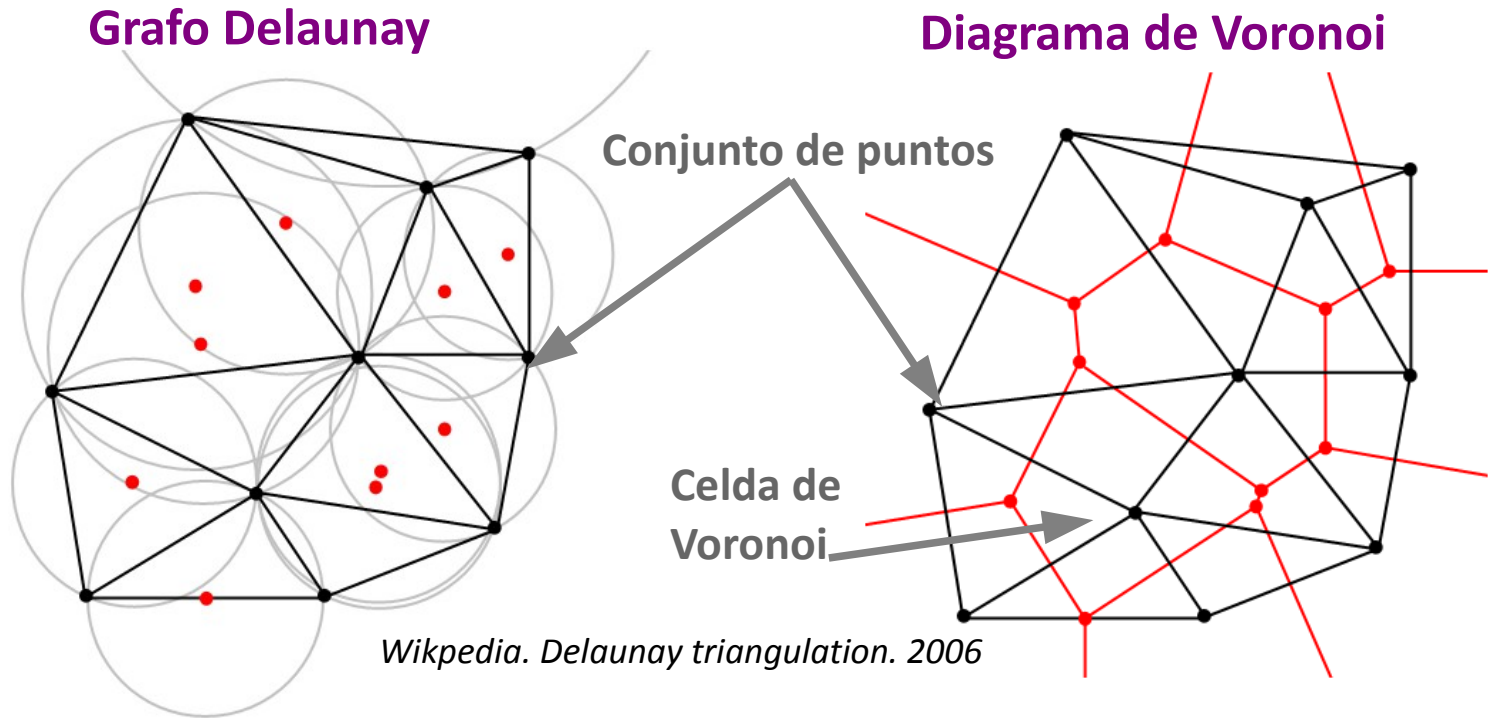
Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Solución - VC2S+ y CD2S



Red de triángulos cuyos vértices son un conjunto de puntos dados. La red cumple la condición:

La circunferencia circunscrita de cada triángulo de la red no debe contener ningún vértice de otro triángulo.

Conectando los centros de las circunferencias, se produce el diagrama de Voronoi (grafo dual).

Cada celda de Voronoi contiene todos los puntos en el espacio más cercanos a ese punto que a cualquier otro.

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

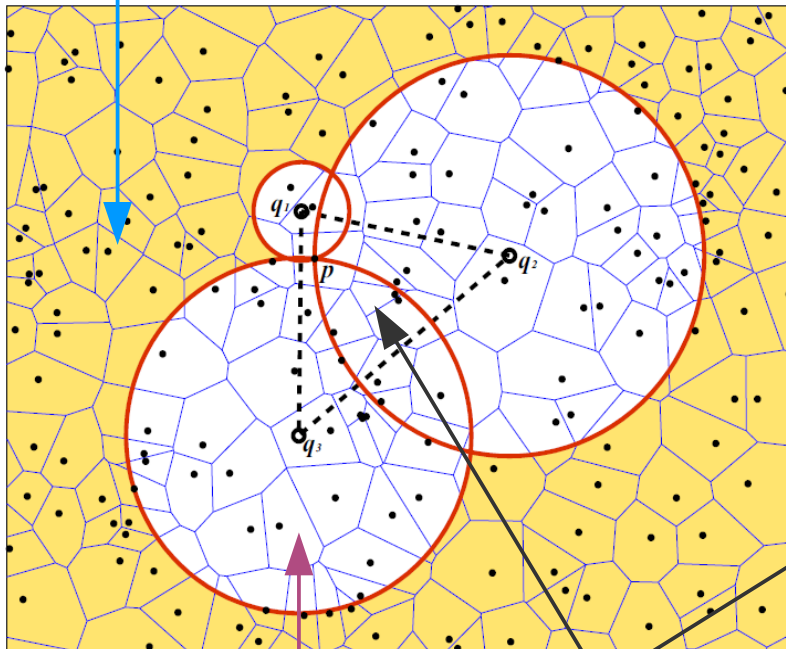
Recomendaciones

Solución – VC2S+ y CD2S

Dominancia

'p' está dentro del Convex Hull, entonces pertenece al Skyline

Región dominada por 'p'

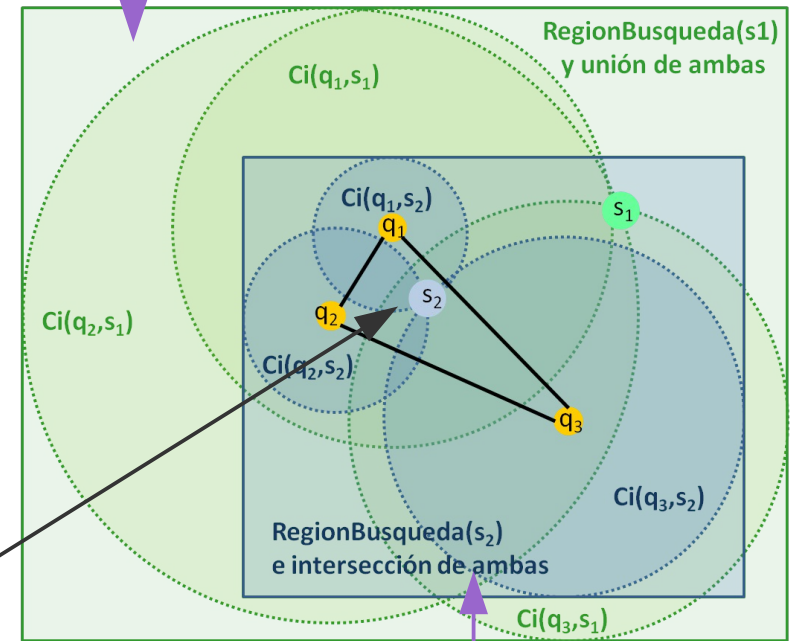


Intersección vacía

Convex Hull

Cálculo de la región de búsqueda

Región de búsqueda si existen preferencias no espaciales



Región de búsqueda tradicional

Introducción

Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Solución - Preliminares

Algoritmo BNL (Block Nested Loop) Skyline:

- Mantiene una ventana en memoria con los mejores objetos (Skyline).
- Compara cada objeto **OD** del conjunto de datos contra cada objeto **OV** de la ventana. En cada comparación el algoritmo:
 - **Si **OV** domina a **OD** → descarta **OD**.**
 - **Si **OD** domina a **OV** → elimina **OV** de la ventana y pasa a la comparación con el siguiente objeto de la ventana.**
 - **Si **OD** y **OV** son incomparables → pasa a la comparación de **OD** contra el siguiente objeto de la ventana.**
 - **Si no quedan más objetos por revisar en la ventana y **OD** no ha sido eliminado → agrega **OD** a la ventana.**
- En caso de que la ventana esté llena, se almacenan los objetos en un archivo temporal.

Problema – Elementos del Skyline Espacial Dinámico

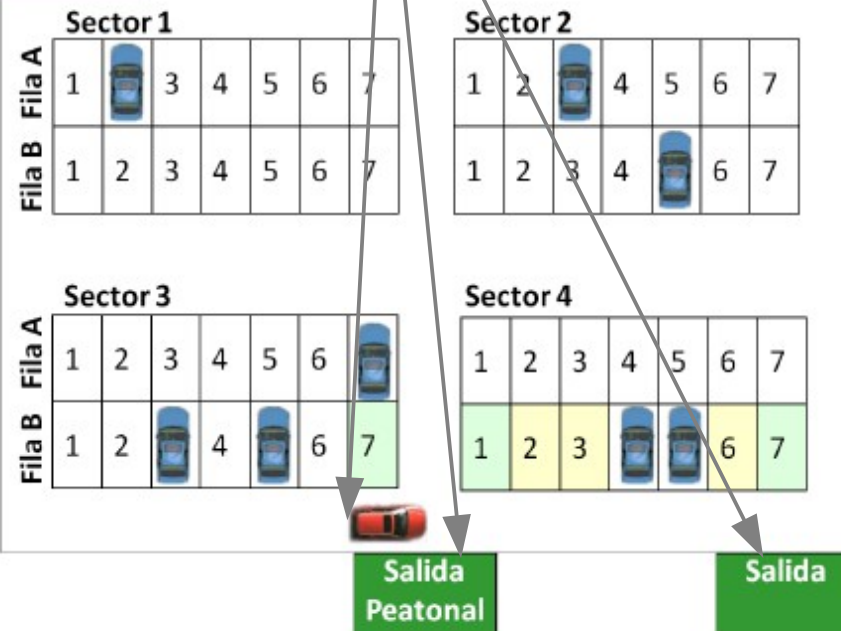
Puntos de referencia:

Salida peatonal, salida del estacionamiento y vehículo

Atributos espaciales:
coordenadas

Preferencias espaciales

Entrada



Puesto	$d(v, p)$	$d(p, s_p)$	$d(p, s_e)$	$t(p, s_e)$	Sugerido
1A-*	>	>	>	>	No
2A-*	>	>	>	>	No
1B-*	>	>	>	>	No
2B-*	>	>	>	>	No
3A-*	>	>	>	>	No
4A-*	>	>	>	>	No
3B-1	6,0	7,5	14,5	5	No
3B-2	5,0	6,5	13,5	5	No
3B-4	3,0	4,5	11,5	4,5	No
3B-6	1,0	2,5	9,5	4,0	No
3B-7	0,5	1,5	8,5	4,0	Si
4B-1	2,0	1,5	6,5	3,0	Si
4B-2	3,0	3,5	4,5	2,8	Si
4B-3	4,0	3,5	4,5	2,8	Si
4B-6	7,0	6,5	1,5	2,5	Si
4B-7	8,0	7,5	0,5	2,2	Si

Introducción
Skyline

Problema

Objetivos

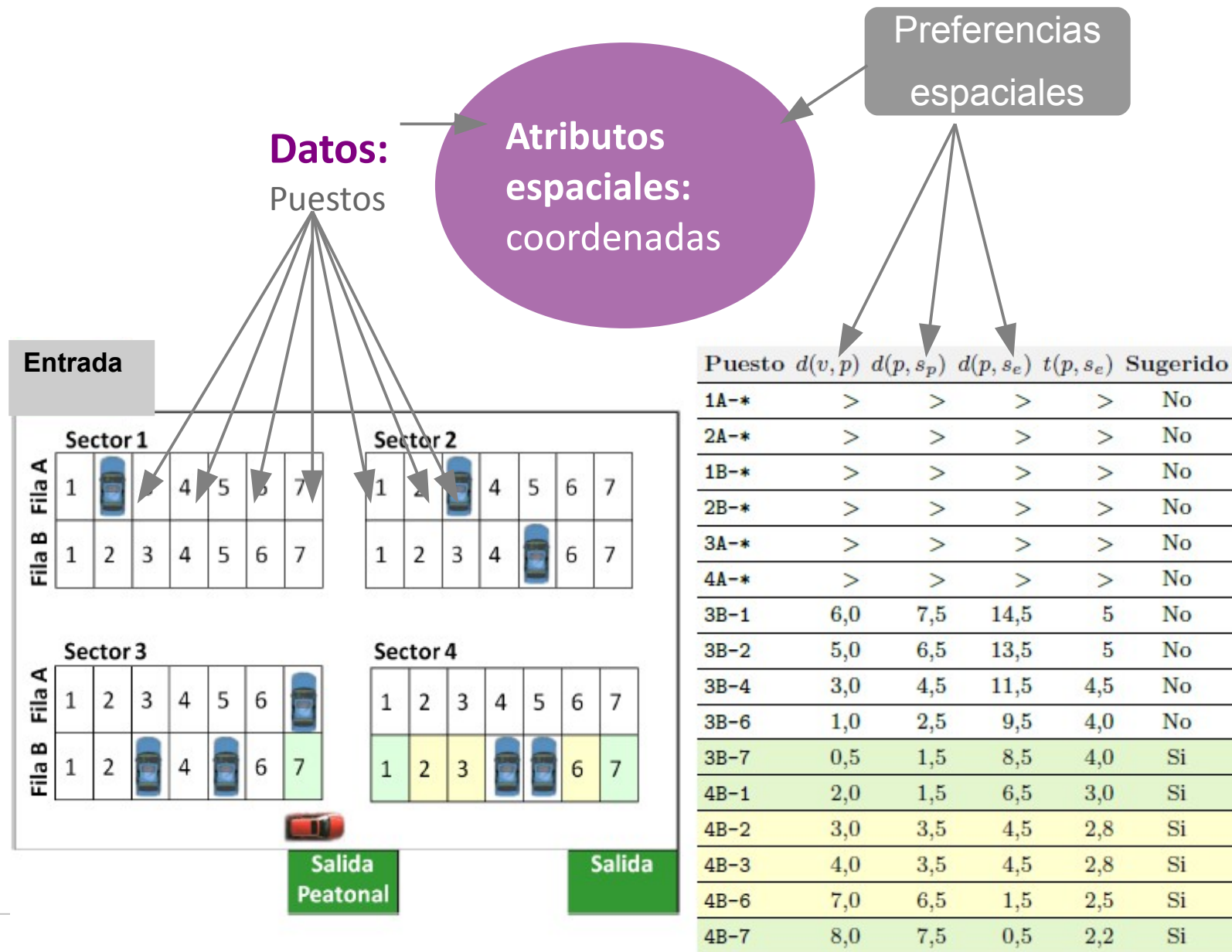
Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Problema – Elementos del Skyline Espacial Dinámico



Introducción
Skyline

Problema

Objetivos

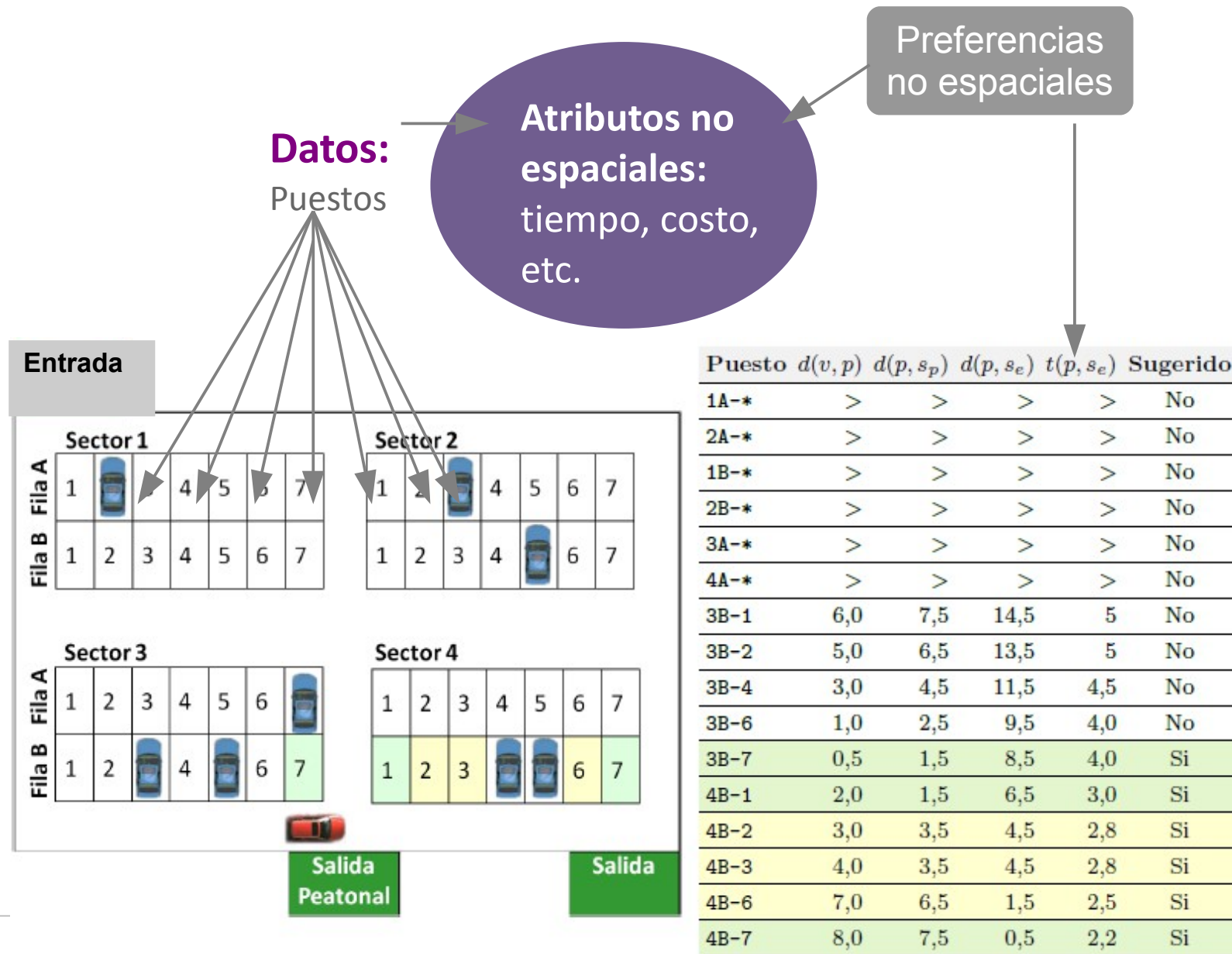
Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

Problema – Elementos del Skyline Espacial Dinámico



Introducción
Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones

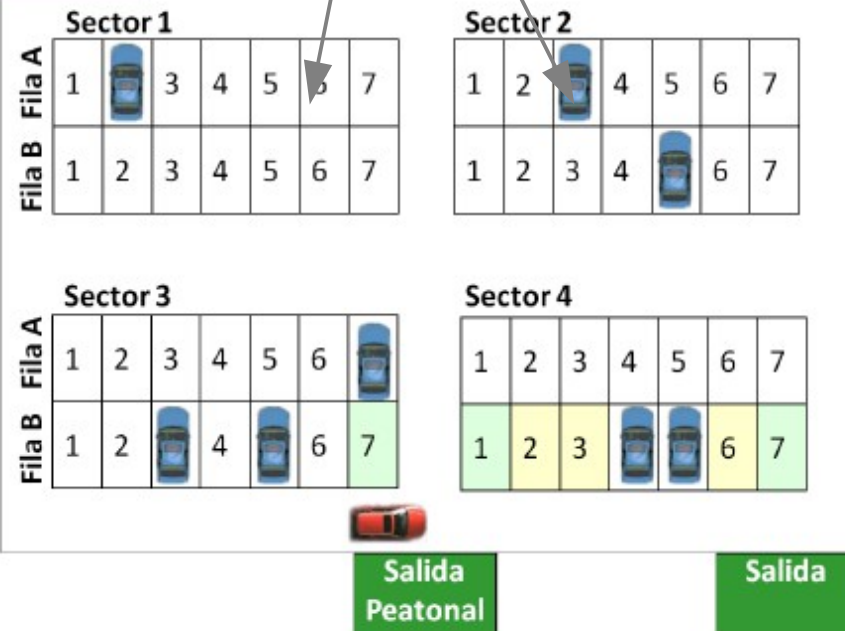
Problema – Elementos del Skyline Espacial Dinámico

Requisito obligatorio

Atributo altamente cambiante: disponibilidad

Datos:
Puestos

Entrada



Puesto	$d(v, p)$	$d(p, s_p)$	$d(p, s_e)$	$t(p, s_e)$	Sugerido
1A-*	>	>	>	>	No
2A-*	>	>	>	>	No
1B-*	>	>	>	>	No
2B-*	>	>	>	>	No
3A-*	>	>	>	>	No
4A-*	>	>	>	>	No
3B-1	6,0	7,5	14,5	5	No
3B-2	5,0	6,5	13,5	5	No
3B-4	3,0	4,5	11,5	4,5	No
3B-6	1,0	2,5	9,5	4,0	No
3B-7	0,5	1,5	8,5	4,0	Si
4B-1	2,0	1,5	6,5	3,0	Si
4B-2	3,0	3,5	4,5	2,8	Si
4B-3	4,0	3,5	4,5	2,8	Si
4B-6	7,0	6,5	1,5	2,5	Si
4B-7	8,0	7,5	0,5	2,2	Si

Introducción
Skyline

Problema

Objetivos

Solución

Experimentos

Conclusiones

Recomendaciones