

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Profesor Patrocinante:
Dr. Sergio Sobarzo Guzmán.

Informe de Memoria de Título
para optar al título de:
Ingeniero Civil en Telecomunicaciones

**Sistema de posicionamiento indoor mediante
seguimiento de direcciones MAC de equipos
móviles**

Universidad de Concepción
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Profesor Patrocinante:
Dr. Sergio Sobarzo Guzmán.

SISTEMA DE POSICIONAMIENTO INDOOR MEDIANTE SEGUIMIENTO DE DIRECCIONES MAC DE EQUIPOS MÓVILES

Aldo Nicolás Mellado Opazo

Informe de Memoria de Título
para optar al Título de

Ingeniero Civil en Telecomunicaciones

mayo 2019

Resumen

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Un arreglo de compuertas programables (del inglés *Field Programmable Gate Array*, FPGA) se puede usar en las etapas de diseño de un circuito integrado de aplicación específica (del inglés *Application-Specific Integrated Circuit*, ASIC). Aunque los FPGAs también tienen otros usos.

A los semiconductores...
Gracias por todo

Agradecimientos

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Índice General

Resumen	I
Agradecimientos	II
Índice de Figuras	IV
Índice de Tablas	V
1. Introducción	1
1.1. Antecedentes históricos	1
1.2. Definición del problema	1
1.3. Estado del arte	2
1.4. Hipótesis de trabajo	2
1.5. Objetivos	2
1.6. Objetivo general	3
1.7. Objetivo específico	3
1.8. Alcances y limitaciones	3
1.9. Metodología	3
2. Revisión Bibliográfica	4
3. Conclusiones	5
3.1. Sumario	5
3.2. Conclusiones	5
3.3. Trabajo Futuro	6
A. Códigos	7
A.1. Derivación de fórmulas	7
A.2. Unidades especiales	7

Índice de Figuras

Índice de Tablas

2.1. Ejemplo de tabla 4

Siglas

AP Punto de Acceso (del inglés *Access Point*)

ASIC circuito integrado de aplicación específica (del inglés *Application-Specific Integrated Circuit*)

FPGA arreglo de compuertas programables (del inglés *Field Programmable Gate Array*)

GPS Sistema de Posicionamiento Global (del inglés *Global Positioning System*)

MAC Control de Acceso al Medio (del inglés *Media Access Control*)

NAVSAT Sistema Satelital de Navegación Naval (del inglés *Navy Navigation Satellite System*)

RNN Red Neuronal Recurrente (del inglés *Recurrent Neural Network*)

1. Introducción

1.1. Antecedentes históricos

El ser humano, en la década del 60, ante la incipiente necesidad de saber su posición en el planeta desarrolló un sistema de posicionamiento llamado OMEGA y posteriormente otro llamado TRANSIT o Sistema Satelital de Navegación Naval (del inglés *Navy Navigation Satellite System*, NAVSAT), que fue resultado del trabajo conjunto de la NASA y el departamento de defensa de los Estados Unidos. Años después este acabó siendo reemplazado debido a la falta de precisión que este tenía, y que alcanzaba un error de hasta 250 metros.

Su sucesor apareció en la década del 70 bajo el nombre de Sistema de Posicionamiento Global (del inglés *Global Positioning System*, GPS) y su precisión permitía posicionar un objeto con un error de menos de 5 metros. Esto a través del cálculo del tiempo que tarda en llegar la señal al receptor, es decir, el efecto Doppler.

Funciona actualmente con un mínimo de 24 satélites en órbita sobre la tierra cuyas trayectorias sincronizadas le permiten mapear completamente el planeta y entregar posicionamiento casi exacto a dispositivos móviles y vehículos.

1.2. Definición del problema

Las condiciones bajo las cuales es posible para la señal propagarse no se cumplen en todos los ambientes. Existen lugares en que a diferencia de lo que sucede en el exterior, donde la señal se refleja haciendo posible la triangulación de la posición, esta se absorbe parcial o completamente y principalmente corresponden a espacios interiores, tales como una bodega, un centro comercial o una oficina, haciendo que posicionarse dentro de estos espacios sea imposible a través del GPS, es por esto que a fin de brindar nuevas experiencias a usuarios a través del posicionamiento dentro de estos espacios se han desarrollado soluciones utilizando la banda de los 2.4 [GHz] que es la utilizada por, entre otros tecnologías, el Wi-fi.

Esta ha sido ampliamente estudiada debido a la alta penetración comercial que ha alcanzado

precisamente en estos espacios donde el GPS no da cobertura, sin embargo, dentro de los distintos enfoques en que se han abordado los estudios se tiene que la medición de los niveles de potencia radiada desde los Punto de Acceso (del inglés *Access Point*, AP), a través de los cuales se realiza la triangulación de la posición, se ven altamente afectados por la variación del escenario caracterizado. Este tipo de variaciones pueden ser inducidas por la presencia de personas u objetos que reflejen o absorban la señal.

Es por esto que el método a través del cual se de solución al problema del posicionamiento indoor debe poder compensar estas variaciones de potencia inducidas y estimar correctamente la posición de objetivo deseado identificable a través de su dirección de Control de Acceso al Medio (del inglés *Media Access Control*, MAC).

1.3. Estado del arte

1.4. Hipótesis de trabajo

"Es posible posicionar un dispositivo, identificable a través de su MAC, en un espacio interior utilizando una Red Neuronal Recurrente (del inglés Recurrent Neural Network, RNN) para compensar las pérdidas en los niveles de potencia de los AP usados en la triangulación"

1.5. Objetivos

A continuación se señalan los objetivos que apuntan a resolver el problema presentado y a probar la hipótesis de trabajo.

1.6. Objetivo general

1.7. Objetivo específico

1.8. Alcances y limitaciones

1.9. Metodología

2. Revisión Bibliográfica

La visión planteada por [?] es ampliada en [?], donde se explica la respuesta a la vida, el universo y todo lo demás.

Repitiendo parte del resumen para demostrar que los acrónimos fueron reseteados: Un arreglo de compuertas programables (del inglés *Field Programmable Gate Array*, FPGA) se puede usar en las etapas de diseño de un circuito integrado de aplicación específica (del inglés *Application-Specific Integrated Circuit*, ASIC). Aunque los FPGAs también tienen otros usos. La tabla 2.1 muestra un resumen con muchas cosas interesantes.

Tabla 2.1: Ejemplo de tabla

Nombre	Valor	Descripción
Uno	1	Lorem ipsum dolor sit amet
Dos	Two	consectetur adipiscing elit
Cinco	asdf	sed do eiusmod tempor incididunt

3. Conclusiones

3.1. Sumario

Dentro del desarrollo del estudio, se contemplaron diversos enfoques, se ponderó la posibilidad de implementar en la memoria de título un sistema de posicionamiento indoor basándose en algoritmos de estimación de posición geométricos y otros, en parámetros más complejos, no obstante, la poca practicidad y adaptabilidad de estos modelos al ambiente donde se podría implementar, supone una desventaja innegable.

3.2. Conclusiones

Por todo lo revisado, estudiado y expuesto, se plantea la posibilidad de que, como alternativa a los algoritmos geométricos o basados en potencia, se consideren alternativas más efectivas, de menor coste computacional y que no dependan de parámetros relacionados con el ambiente, dado que en ambientes indoor o en sectores muy concurridos hay métricas que varían considerablemente, al punto de obligar a realizar mediciones correctivas.

Además, se tiene que la efectividad y precisión del método que recoge las solicitudes IRDP, es considerablemente superior al no depender de otros parámetros salvo la llegada de los paquetes al router.

Se dio cumplimiento a los objetivos planteados inicialmente, mediante la investigación de las alternativas, que fueron abordadas a fondo a través de literatura. Se pudo llegar a una comprensión justificada de las ventajas y desventajas de los métodos, pudiendo así, escoger con base en distintos estudios teóricos y empíricos, cuál es el método que convendría desarrollar en detalle en la memoria de título.

En suma, se destaca la importancia de llegar a desarrollar un sistema de posicionamiento

indoor que cuente con una precisión que no sea directamente proporcional a la capacidad de cómputo, tanto si se desea resolver necesidades humanas tales como, hallar la mejor ruta de acceso para una persona con capacidades diferentes, a través de una aplicación móvil que desde el seguimiento de su interfaz vaya dándole instrucciones. Como si se desea implementar un sistema que recoja las solicitudes de los clientes que desean conectarse y con ello, hacer un seguimiento de las posiciones, a fin de que este, permita generar reportes e informes estadísticos que relacionen patrones de conducta y también de consumo, que favorezcan a un mejoramiento en las estrategias de venta y en la experiencia de compra del cliente.

3.3. Trabajo Futuro

Se listan las posibles líneas de investigación que se deducen directamente de la presente obra.

1. Implementación de un sistema que realice el seguimiento de las solicitudes IRDP donde pueda visualizarse el movimiento de las interfaces de red
2. Realizar un estudio que contraste la precisión y eficacia con la que los métodos geométricos y el de las solicitudes IRDP realizan la estimación de posición.
3. Estudiar algoritmos de posicionamiento basado en redes neuronales.
4. Estudiar la precisión de las mediciones obtenidas por el uso del sistema presentado en [?]

Se quiere que al menos existan unas 3 a 5 ideas en las que se pueda seguir investigando.

A. Códigos

A.1. Derivación de fórmulas

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.

A.2. Unidades especiales

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.