

การออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันตรวจสอบและติดตามพาวเวอร์เบงก์ด้วยการสืบค้นข้อมูลเชิงพื้นที่

Development and Design for Monitoring and Tracking Applications Using Geospatial Queries

ชاکริต เจ๊ะวัง (Chakrit Jewang)¹, วาติทย์ วรรณฤดี (watit wannarudee)²

และ ชุมพล โมฆรัตน์ (Chumpol Mokarat)³

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏ
ตะวันออก

¹ chakrit.jew@rmutto.ac.th, ² watit.wan@rmutto.ac.th, ³ chumpol_mo@rmutto.ac.th

คำสำคัญ แอปพลิเคชันการเข้าพาวเวอร์เบงก์, ฐานข้อมูลมองโกดีบี, การสืบค้นข้อมูลเชิงพื้นที่

วัตถุประสงค์การดำเนินงาน

เพื่อออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันตรวจสอบและติดตามพาวเวอร์เบงก์ด้วยการสืบค้นข้อมูลเชิงพื้นที่

บทนำ

ปัจจุบันนี้ผู้คนมีการใช้งานพาวเวอร์เบงก์มากขึ้น เนื่องจากการใช้งานสมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีการใช้งานในแต่ละวันที่ค่อนข้างหนักทำให้ผู้คนบ้างกลุ่มต้องมีพาวเวอร์เบงก์ในการใช้เป็นแบตเตอรี่สำรองเพื่อให้อุปกรณ์ของเขาสามารถใช้งานได้ต่อเนื่อง แต่การซื้อพาวเวอร์เบงก์ดีๆสักเครื่องก็มีราคาค่อนข้างสูง และลำบากต่อการพกพา แต่หากมีการเข้าพาวเวอร์เบงก์ จะทำให้เกิดความสะดวกสบายสำหรับใครหลายๆคน โดยการเข้าพาวเวอร์เบงก์นั้นเพื่อให้เกิดความสะดวกสบายขึ้นจริงจะเป็นการเข้าผ่านแอปพลิเคชันเพื่อให้การเข้าง่ายขึ้นแล้วการบอกตำแหน่งของพาวเวอร์เบงก์ที่มีบริการแต่ละจุด ทำให้ผู้ใช้งานเกิดความสะดวกในการมารับพาวเวอร์เบงก์ที่ได้ทำการเข้าผ่านระบบ GPS

โดยมีการใช้ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลของพื้นที่ แสดงถึงวัตถุที่กำหนดไว้ในพื้นที่ทางเรขาคณิต ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ส่วนใหญ่อนุญาตให้แสดงวัตถุทางเรขาคณิตอย่างง่าย เช่น จุด เส้น และ

รูปหลายเหลี่ยม ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่บางฐานข้อมูลรองรับโครงสร้างที่ซับซ้อนมากขึ้น เช่น วัตถุ 3 มิติ ความครอบคลุมของเทคโนโลยี เครือข่ายเชิงเส้น และ TIN (เครือข่ายที่มีรูปสามเหลี่ยมไม่สม่ำเสมอ) ในขณะที่ฐานข้อมูลทั่วไปได้รับการพัฒนาเพื่อจัดการข้อมูลประเภทตัวเลขและอักขระต่างๆ ฐานข้อมูลดังกล่าวต้องการฟังก์ชันเพิ่มเติมเพื่อประมวลผลประเภทข้อมูลเชิงพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถแสดงสัญลักษณ์ได้ 3 รูปแบบ คือ จุด (Point) จะใช้แสดงข้อมูลที่เป็นลักษณะของตำแหน่งที่ตั้ง ได้แก่ ที่ตั้งโรงเรียนในสังกัด กทม. , ที่ตั้งศูนย์บริการสาธารณสุข , ที่ตั้งสำนักงานเขต เป็นต้น เส้น (Line) จะใช้แสดงข้อมูลที่เป็นลักษณะของเส้น เช่น ถนน, แม่น้ำ, ทางด่วน เป็นต้น พื้นที่ (Area or Polygon) จะใช้แสดงข้อมูลที่เป็นลักษณะของพื้นที่ เช่น พื้นที่ขอบเขตการปกครอง, พื้นที่อาคาร เป็นต้น

ดังนั้นการออกแบบแอปพลิเคชันติดตามพาวเวอร์เบงก์ ฉบับนี้จึงมุ่งศึกษาการสืบค้นข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อแสดงตำแหน่งพาวเวอร์เบงก์ ด้วยเทคนิคระบบพิกัดภูมิศาสตร์ Geographic Coordinate System (GCS) โดยสนับสนุนองค์กร โครงข่ายหมุดดาวเทียม GPS ของกรมที่ดิน

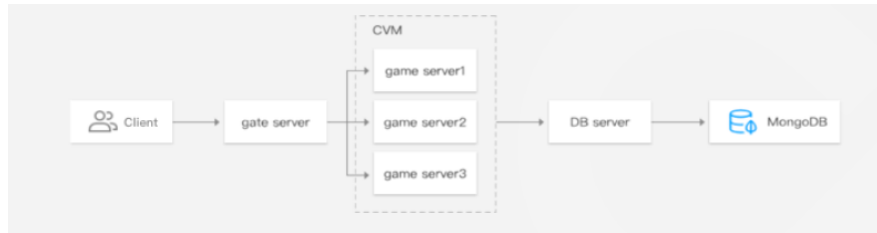
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

แอปพลิเคชันการเข้าพาวเวอร์เบงก์ [1]

พาวเวอร์เบงก์ ถือเป็นอีกหนึ่งไอเทมสำคัญที่ใครหลายคนต้องมีพกติดตัวกันสักเครื่องสองเครื่อง เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาแบตเตอรี่หมดระหว่างวัน ซึ่งบริการของ Charge spot จะช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ทุกคน ซึ่งคุณสามารถเข้ายืมพาวเวอร์เบงก์ได้จากจุดให้บริการกว่า 150 จุดทั่วประเทศไทย ซึ่งชาร์จสปอตมีแผนจะขยายจุดให้บริการมากกว่า 5,000 จุดทั่วทวีปเอเชีย โดยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้สมาร์ทโฟน ด้วยบริการใช้พาวเวอร์เบงก์แบบ On-the-go ยืมและคืนข้ามจังหวัด

ฐานข้อมูลมอดโกดบี [2]

MongoDB (มอดโกดบี) คือฐานข้อมูลชนิดหนึ่งนี้แหละครับ ผู้อ่านอาจจะเคยรู้จักฐานข้อมูลชนิดอื่นมาก่อนเช่น MySQL หรือ PostgreSQL ซึ่งเป็นฐานข้อมูลจำพวก Relational Database (ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์) ฐานข้อมูลพวกนี้ก็จะมีการเก็บข้อมูลเป็นตาราง (Table) โดยในแต่ละตารางก็จะมีหลายคอลัมน์ (Column) และหลายแถว (Row) และระหว่างตารางเองก็จะมีการเชื่อมสัมพันธ์กันโดยการกำหนดคีย์เอก ความสัมพันธ์ด้วย Primary Key, Foreign Key ซึ่งนั่นก็เป็นเอกลักษณ์ของ Relational Database



ภาพที่ 1 โครงสร้างฐานข้อมูลมอโกดีบี

การสืบค้นข้อมูลเชิงพื้นที่ [3]

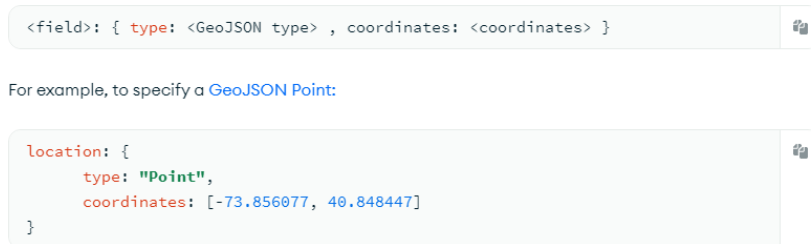
การค้นข้อมูลเชิงพื้นที่ถือเป็นพื้นฐานของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งนักวิเคราะห์จะต้องการทราบข้อมูลต่างๆ เพื่อใช้ในการประกอบการตัดสินใจ ไม่ว่าจะเป็นการสอบถามเพื่อทราบรายละเอียดเกี่ยวกับตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ การสอบถามโดยการตั้งเงื่อนไข (Condition) แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง (Trends) รูปแบบการเปลี่ยนแปลง (Pattern) การประกอบแบบจำลอง (Modeling) ทั้งนี้การค้นข้อมูลเชิงพื้นที่ แบ่งออกเป็นการค้นหาจากข้อมูลลักษณะประจำ การค้นหาจากข้อมูลเชิงพื้นที่โดยตรง และการวิเคราะห์เชิงบูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับข้อมูลลักษณะประจำ (Integrated analysis of the spatial and non-spatial data)

ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก(GPS) [4]

ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System) เรียกว่า จีพีเอส (GPS) หรือรู้จักในชื่อ นาฟสตาร์ จีพีเอส (Navstar GPS) คือระบบดาวเทียมนำร่องโลก (Global Navigation Satellite System, GNSS) เพื่อระบุข้อมูลของตำแหน่งและเวลาโดยอาศัยการคำนวณจากความถี่สัญญาณนาฬิกาที่ส่งมาจากตำแหน่งของดาวเทียมต่างๆ ที่โคจรรอบโลกทำให้สามารถระบุตำแหน่ง ณ จุดที่สามารถรับสัญญาณได้ทั่วโลกและในทุกสภาพอากาศ รวมถึงสามารถคำนวณความเร็วและทิศทางเพื่อนำมาใช้ร่วมกับแผนที่ในการนำทางได้

Geospatial Queries [5]

แบบสอบถามเชิงพื้นที่ MongoDB รองรับการดำเนินการสืบค้นข้อมูลเชิงพื้นที่ ข้อมูลเชิงพื้นที่ใน MongoDB คุณสามารถเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่เป็น GeoJSON วัตถุหรือเป็นคู่พิกัดดั้งเดิม วัตถุ GeoJSON ในการคำนวณเรขาคณิตบนทรงกลมคล้ายโลก ให้เก็บข้อมูลตำแหน่งของคุณเป็นวัตถุ GeoJSON ในการระบุข้อมูล GeoJSON ให้ใช้เอกสารที่ฝังด้วย : ฟิลด์ชื่อ type ที่ระบุประเภทวัตถุ GeoJSON และฟิลด์ชื่อ coordinates ที่ระบุพิกัดของวัตถุ หากระบุพิกัดละติจูดและลองจิจูด ให้ระบุ ลองจิจูดก่อน แล้วตามด้วยละติจูด ค่าลองจิจูดที่ถูกต้องอยู่ระหว่าง-180และ180ทั้งสองค่ารวมแล้ว ค่าละติจูดที่ถูกต้องอยู่ระหว่าง-90และ90ทั้งสองค่ารวม



ภาพที่ 2 ตัวอย่าง Geospatial Queries

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาผลกระทบการรับรู้ความเสี่ยงในการใช้งานการระบุตำแหน่ง [6]

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการรับรู้ความเสี่ยงที่ส่งผลต่อการใช้งานการระบุตำแหน่ง (Location - Based Services: LBS) บนสื่อสังคมออนไลน์ของผู้ใช้งานในเขตกรุงเทพมหานคร และเสนอแนะแนวทางในการสร้างความตระหนักและรับรู้ถึงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในการใช้งานการระบุตำแหน่ง (Location - Based Services: LBS) บนสื่อสังคมออนไลน์ เพื่อป้องกันภัยคุกคามทางไซเบอร์หรือลดความเสี่ยงในการใช้งาน อันจะนำไปสู่ความเสียหายแก่ตัวผู้ใช้งาน อีกทั้งผลงานวิจัยสามารถนำไปเผยแพร่ความรู้ด้านความปลอดภัยในการใช้งานการระบุตำแหน่ง (Location - Based Services: LBS) แก่สาธารณะ หรือสถาบันการศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้งานต่อไป

การพัฒนาเทคโนโลยีระบุบอกตำแหน่งและระบบค้นหาเส้นทางเพื่อถึงผู้ป่วยฉุกเฉิน [7]

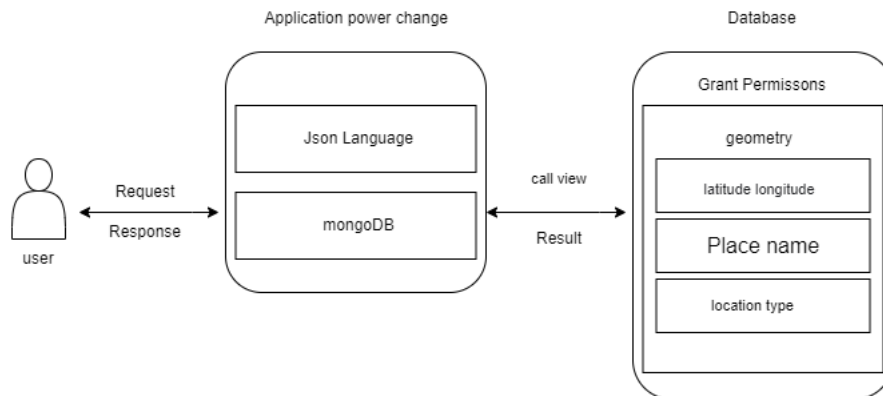
การนำเซนเซอร์เข้ามา ซึ่งได้นั ำประโยชน์จากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งในการส่งข้อมูลของอุปกรณ์เซนเซอร์ไป เก็บไว้ในรูปแบบของฐานข้อมูลด้วย PHP MyAdmin และมีการน ำ Google API มาเสริมในส่วนของการจัดการ ระบบค้นหาเส้นทางและเรียกแสดงแผนที่มาใช้งาน ทำให้สามารถจัดการการทำงานของระบบในรูปแบบของแผนที่ ออนไลน์ จากกระบวนการที่กล่าวมาการทำระบบค้นหาเส้นทางสำหรับรถฉุกเฉินงานวิจัยจะเป็นสอดคล้องกับ งานวิจัย

การศึกษาโอกาสและความเป็นไปได้ของธุรกิจแบตเตอรี่สำรองฉุกเฉิน [8]

ทางกลุ่มได้มีการทดลองตลาด โดยมีการทดลองขายจริงผ่านกลุ่มลูกค้าที่จัดงาน EDM Concert โดยขายเป็นของพรีเมียมพร้อมตัว VIP และยังมีการตั้งบูธเพื่อแนะนำการใช้งานและจำหน่ายอีกด้วย ทำให้เรามั่นใจได้ว่า ZUPERZUP มีความเป็นไปได้สูงที่จะเป็นธุรกิจที่ก่อให้เกิดกำไรที่น่าพึงพอใจ

การดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินการการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันตรวจสอบและติดตามพาวเวอร์เบงก์ด้วยการสืบค้นข้อมูลเชิงพื้นที่นั้น ประกอบด้วยการดำเนินงาน ดังภาพที่ 3



ภาพที่3 ภาพรวมวิธีการดำเนินงาน โดยที่ use เข้าไปใช้งานระบบ ผ่านแอปพลิเคชัน mongoDB ในภาษา Json Language และดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลเพื่อนำมาแสดงผลตามที่ผู้ใช้งานกำหนด

การออกแบบโครงสร้างข้อมูล

มีการออกแบบฐานข้อมูลเก็บในคอลัมน์ โดยมีคอลัมน์ดังนี้ “Name” , “category” , “location” , “type” , “coordinates”

```
{
  "_id": {
    "$oid": "6353d193c6eee535f9ff2657"
  },
  "Name": "RMUTTO",
  "category": "Univercity",
  "location": {
    "type": "Point",
    "coordinates": [
      100.56,
      13.7785
    ]
  }
}
```

ภาพที่ 4 ภาพโครงสร้างข้อมูลระบบ (JSON Structure)

การออกแบบคิวรี

ในขั้นตอนการเตรียมคิวรีเป็นการสร้างคำสั่งเอสคิวแอล เพื่อดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลระบบ โดยการสร้าง JSON To MongoDB เพื่อดึงข้อมูลที่ใช้ต้องการเรียกดูโดยต้องไม่กระทบกับฐานข้อมูลหลัก ได้แก่ ตำแหน่งโลเคชัน ละติจูด ลองจิจูด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความหมายคำสั่งคิวรีข้อมูล

คำสั่ง	ความหมาย
Use power charge	คำสั่งการเลือกใช้งานข้อมูลของ user
db.PC.createIndex({ location: "2dsphere" })	คำสั่ง การสร้าง index ในชื่อ 2dsphere
db.PC.find(ค้นหาข้อมูลใน data base
{location: { \$near:{	หาตำแหน่งใกล้เคียง
\$geometry: { type: "Point", coordinates: [logitude, latitude] },	การเก็บข้อมูลเป็นเรขาคณิตใน point โดยประเภท ข้อมูลเป็นละติจูด ลองจิจูด
\$minDistance: 1000, \$maxDistance: 5000 } } })	ค่าต่ำ-สูงสุดในการค้นหตำแหน่ง

ขั้นตอนการประมวลผลคิวรี

ในขั้นตอนการเลือกใช้งานข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้คำสั่งแสดงดังนี้

```
> use PowerCharge  
< 'switched to db PowerCharge'
```

ภาพที่ 5 แสดงขั้นตอนการประมวลผลระบบ PowerCharge ฟังก์ชัน การเลือกใช้งานข้อมูล database PowerCharge สำหรับผู้ใช้งาน

```
> db.PC.createIndex( { location: "2dsphere" } )  
< 'location_2dsphere'
```

ภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนการประมวลผลระบบ PowerCharge ฟังก์ชัน การสร้าง index คือ การดำเนินการต่อไปนี้นำสร้างดัชนีบนเขตข้อมูล : 2dspherelocation สำหรับผู้ใช้งาน

ผลลัพธ์การประมวลผลคิวรี

กรณีทดสอบที่ 1 (Test Case) จากจุด มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ที่ระบุอย่างน้อย 100 เมตรและห่างจากจุด มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย สูงสุด 500 เมตร โดยเรียงลำดับจากใกล้สุดไปไกลสุด ได้ผลลัพธ์ดังนี้

```
db.PC.find(
{
  location:
  { $near:
    {
      $geometry: { type: "Point", coordinates: [ 100.5579012, 13.7785547 ] },
      $minDistance: 100,
      $maxDistance: 500
    }
  }
}
)
{ _id: ObjectId("6353d193c6eee535f9ff2657"),
  Name: 'RMUTTO',
  category: 'Univercity',
  location: { type: 'Point', coordinates: [ 100.56, 13.7785 ] } }
{ _id: ObjectId("63563bf5551448ec998a0c24"),
  Name: 'Cafe Amazon, University of the Thai Chamber of Commerce Branch',
  category: 'Cafe',
  location: { type: 'Point', coordinates: [ 100.5601502, 13.7778098 ] } }
{ _id: ObjectId("63563b7e551448ec998a0c22"),
  Name: 'Chief of Staff College',
  category: 'college',
  location: { type: 'Point', coordinates: [ 100.5608463, 13.7787403 ] } }
```

```
{ _id: ObjectId("6356384f551448ec998a0c12"),
  Name: '7-Eleven Pracha Songkhro 27 Branch',
  category: 'convenience store',
  location: { type: 'Point', coordinates: [ 100.5602988, 13.7766418 ] } }
{ _id: ObjectId("63563b3e551448ec998a0c21"),
  Name: 'Royal Volunteer School',
  category: 'School',
  location: { type: 'Point', coordinates: [ 100.5545967, 13.7793897 ] } }
{ _id: ObjectId("635637a4551448ec998a0c10"),
  Name: 'Wat Promwongsaram (Wat Luang Pho Noen)',
  category: 'friary',
  location: { type: 'Point', coordinates: [ 100.5603081, 13.7754152 ] } }
```

Case2 จากจุด มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ที่ระบุอย่างน้อย 4,000 เมตรและห่างจากจุด
มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย สูงสุด 5,000 เมตร โดยเรียงลำดับจากใกล้สุดไปไกลสุด ได้ผลลัพธ์ดังนี้

```
db.PC.find(
  {
    location:
      { $near:
          {
            $geometry: { type: "Point", coordinates: [ 100.5579012, 13.7785547 ] },
            $minDistance: 4000,
            $maxDistance: 5000
          }
        }
  }
)
{ _id: ObjectId("6353d520c6eee535f9ff2660"),
```


Name: 'PTT Station Vibhavadi',

category: 'Gas station',

location: { type: 'Point', coordinates: [100.5448815, 13.8154169] } }

Case3 จากจุด มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ที่ระบุอย่างน้อย 1,000 เมตรและห่างจากจุด
มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย สูงสุด 1,500 เมตร โดยเรียงลำดับจากใกล้สุดไปไกลสุด ได้ผลลัพธ์ดังนี้

```
db.PC.find(
{
  location:
  { $near:
    {
      $geometry: { type: "Point", coordinates: [ 100.5579012, 13.7785547 ] },
      $minDistance: 1000,
      $maxDistance: 1500
    }
  }
}
)
{ _id: ObjectId("6353d40bc6eee535f9ff265c"),
  Name: 'Veterans General Hospital',
  category: 'Hospital',
  location: { type: 'Point', coordinates: [ 100.5496385, 13.7721567 ] } }
{ _id: ObjectId("6353d7acc6eee535f9ff2666"),
  Name: 'Suthisan Fire and Rescue Station',
  category: 'fire station',
  location: { type: 'Point', coordinates: [ 100.5597423, 13.7890131 ] } }
{ _id: ObjectId("63563b1e551448ec998a0c20"),
  Name: 'FigureGround Cafe',
```

category: 'Cafe',

location: { type: 'Point', coordinates: [100.5616731, 13.7886347] } }

{ _id: ObjectId("63563938551448ec998a0c17"),

Name: 'Bureau of Planning and Urban Development',

category: 'government',

location: { type: 'Point', coordinates: [100.5517195, 13.7679155] } }

Case4 จากจุด อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ ที่ระบุน้อย 500 เมตรและห่างจากจุด อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ สูงสุด 1,000 เมตร โดยเรียงลำดับจากใกล้สุดไปไกลสุด ได้ผลลัพธ์ดังนี้

db.PC.find(

{

location:

{ \$near:

{

\$geometry: { type: "Point", coordinates: [100.5579927, 13.7627396] },

\$minDistance: 500,

\$maxDistance: 1000

}

}

}

)

{ _id: ObjectId("6356370c551448ec998a0c0e"),

Name: 'Bangkok Youth Center Thai-Japan (Thai-Japanese Stadium Din Daeng)',

category: 'sports center',

location: { type: 'Point', coordinates: [100.5519982, 13.7662581] } }

{ _id: ObjectId("63563895551448ec998a0c14"),

Name: 'Ministry of Labor',

category: 'Ministry of Social Welfare',

```
location: { type: 'Point', coordinates: [ 100.5511531, 13.7647609 ] } }
{ _id: ObjectId("63563938551448ec998a0c17"),
  Name: 'Bureau of Planning and Urban Development',
  category: 'government',
  location: { type: 'Point', coordinates: [ 100.5517195, 13.7679155 ] } }
{ _id: ObjectId("63563697551448ec998a0c0c"),
  Name: 'Muhayirin Mosque (Din Daeng)',
  category: 'mosque',
  location: { type: 'Point', coordinates: [ 100.549267, 13.7627709 ] } }
{ _id: ObjectId("635638fb551448ec998a0c16"),
  Name: 'Do Home Public Company Limited (Head Office)',
  category: 'company office',
  location: { type: 'Point', coordinates: [ 100.5499737, 13.7665986 ] } }
```

Case5 จากจุด มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น ที่ระบุอย่างน้อย 1,000 เมตรและห่างจากจุด มหาวิทยาลัย เซนต์จอห์น สูงสุด 2,000 เมตร โดยเรียงลำดับจากใกล้สุดไปไกลสุด ได้ผลลัพธ์ดังนี้

```
db.PC.find(
  {
    location:
      { $near:
          {
            $geometry: { type: "Point", coordinates: [ 100.5586442, 13.8105375 ] },
            $minDistance: 1000,
            $maxDistance: 2000
          }
        }
  }
)
```

```
{ _id: ObjectId("6353d9b1c6eee535f9ff266d"),
  Name: 'Sangsom Building',
  category: 'Company office',
  location: { type: 'Point', coordinates: [ 100.557762, 13.8011185 ] } }
{ _id: ObjectId("63563962551448ec998a0c18"),
  Name: 'Bangkok Employment Office Area 10',
  category: 'Ministry of Social Welfare',
  location: { type: 'Point', coordinates: [ 100.5602232, 13.7982043 ] } }
{ _id: ObjectId("6353d520c6eee535f9ff2660"),
  Name: 'PTT Station Vibhavadi',
  category: 'Gas station',
  location: { type: 'Point', coordinates: [ 100.5448815, 13.8154169 ] } }
{ _id: ObjectId("63563a63551448ec998a0c1e"),
  Name: 'Le Lait Home Cafe',
  category: ' Cafe',
  location: { type: 'Point', coordinates: [ 100.5627132, 13.7968324 ] } }
{ _id: ObjectId("6353d83ec6eee535f9ff2668"),
  Name: 'Pacific Thai Motorsports Co., Ltd. Wipha-Sutthisan',
  category: 'Car dealer',
  location: { type: 'Point', coordinates: [ 100.5595113, 13.7953052 ] } }
{ _id: ObjectId("63563a84551448ec998a0c1f"),
  Name: 'Securities and Exchange Commission (SEC)',
  category: 'government',
  location: { type: 'Point', coordinates: [ 100.5610788, 13.7939466 ] } }
```

สรุปผลการทดลอง

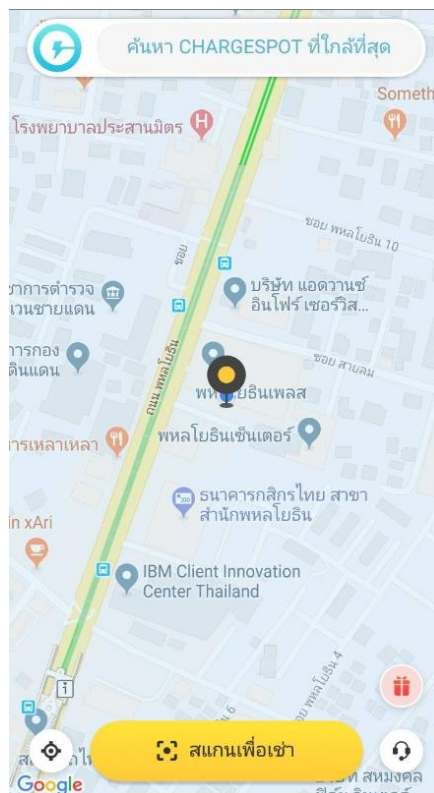
จากการทดสอบประสิทธิภาพการสืบค้นเชิงพื้นที่ สามารถสรุปดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ชื่อตาราง การทดสอบประสิทธิภาพการสืบค้นเชิงพื้นที่

กรณี ทดสอบ	ข้อมูลนำเข้า/เอสคิวแอล		Expected Results	Actual Results	Accepted Results	หมายเหตุ
	ชื่อสถานที่	รัศมีค้นหา				
1	ม.หอการค้า	4000 – 5000 เมตร	Pass	Pass	Pass	พบเจอ ตำแหน่ง
2	มหาวิทยาลัย เซนต์จอห์น	1000 - 2000 เมตร	Pass	Pass	Pass	พบเจอ ตำแหน่ง
3	อนุสาวรีย์ชัย สมรภูมิ	500 - 1000 เมตร	Fail	Pass	Fail	พบเจอ ตำแหน่ง

จากตารางที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพการสืบค้นเชิงพื้นที่

โดยการดำเนินการดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบตรวจสอบและติดตามพาวเวอร์
แบงก์ด้วยการสืบค้นข้อมูลเชิงพื้นที่ ในฟังก์ชัน ค้นหาตำแหน่ง ส่วนของผู้ใช้งาน ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 หน้าจอการแสดงผลฟังก์ชันการค้นคืนข้อมูลตำแหน่ง สำหรับผู้ใช้งาน

การทดสอบคิวรีข้อมูล location จากข้อมูลที่สร้างใน database mongodb เพื่อค้นหาตำแหน่งของ power charge โดยใช้คำสั่ง geometry ที่มีข้อมูล ละติจูด, ลองจิจูดในการคำนวณหาตำแหน่งที่ตั้งจาก ระยะทางที่กำหนด มีผลการทดลองที่สามารถใช้งานได้จริง ถูกต้องและนำไปต่อยอดในอนาคตได้

รายการอ้างอิง

- [1] <https://shorturl.asia/YJsNW> = แอปฯ Chargespot ยืมแบตเตอรี่ชาร์จแล้วคืนที่ไหนก็ได้ทั่วโลก
- [2] <http://test-mushi-developer.blogspot.com/2017/08/mongodb.html> = MongoDB คืออะไร
- [3] <https://shorturl.asia/FjuI8> = การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ : ฟังก์ชันของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่
- [4] <https://shorturl.asia/UuPj5> = ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก
- [5] <https://www.mongodb.com/docs/manual/geospatial-queries/#geospatial-queries-1> = แบบสอบถามเชิงพื้นที่ (Geospatial Queries)
- [6] <https://shorturl.asia/UrzS8> = การศึกษาผลกระทบการรับรู้ความเสี่ยงในการใช้งานการระบุตำแหน่ง (Location - Based Services: LBS) บนสื่อสังคมออนไลน์ ต่อความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้งานในเขตกรุงเทพมหานคร
- [7] <https://shorturl.asia/1HC7g> = การพัฒนาเทคโนโลยีระบุบอกตำแหน่งและระบบค้นหาเส้นทางเพื่อถึงผู้ป่วยฉุกเฉิน ด้วยการวิเคราะห์โครงข่าย และ เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
- [8] <https://shorturl.asia/uk1vo> = การศึกษาโอกาสและความเป็นไปได้ของธุรกิจแบตเตอรี่สำรองฉุกเฉิน สำหรับใช้ครั้งเดียว ZUPERZUP