Multi-Agent LLM System for Port Data Analytics

Team 7

Shinwook Seon, Sungbeom Cho, Changhee Lee, Suwon Yoon

HAiV

Content

- Problem Definition
- Introduction
- Agent Implementation
- System Overview

Problem Definition

- **Background**
  - Big Data from Busan Port
    - Port, container, vessel, truck data
  - Demand from lots of agency
    - Trading, distribution company

- **Problems**
  - Limited Data Accessibility
    - Fixed format, required domain knowledge
  - Data Fragmentation and Inconsistency
    - Ambiguous and different data column name
  - Manual and Inefficient Workflow
    - Excel, report



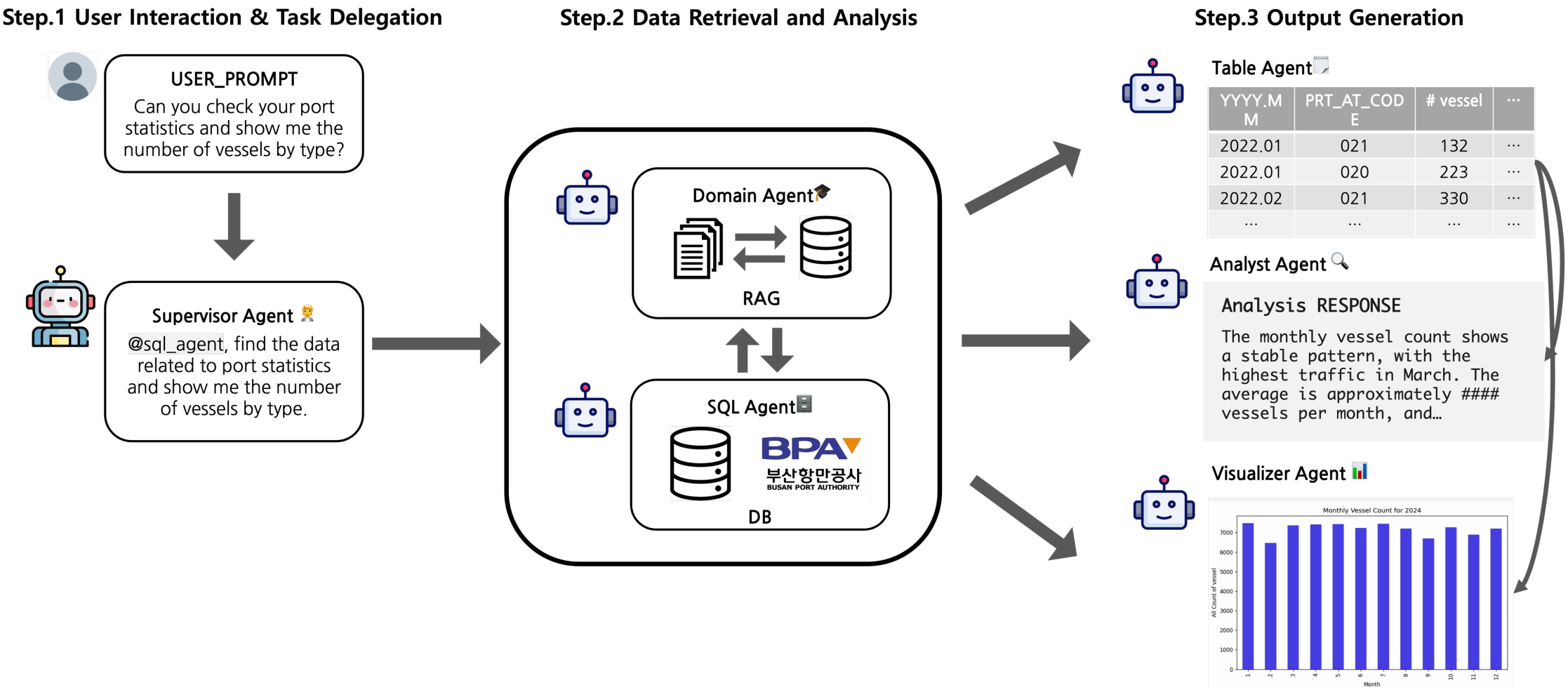
Busan Port: Word 4’th Biggest Port



BPA’s statistics portal: every menu item is one fixed table.

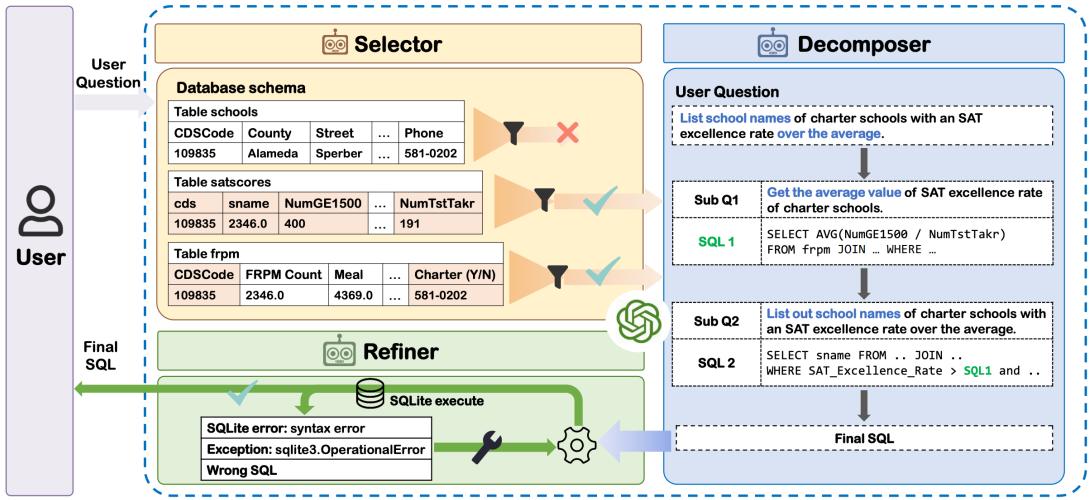
Introduction

- **Conversational Multi-Agent Port Data Analysis System**



SQL Agent

- **Role**
  - Ground port terminology in retrieved evidence
- **Requirements**
  - Task decomposition for accuracy improvement
  - Port domain targeted QA processing
  - Self error check & compare raw data
- **Train**
  - Generate golden SQL examples
  - SFT with LoRA adapters



MAC-SQL: Task decomposition based NL2SQL framework

Domain Expert Agent

- **Role**
  - Ground port terminology in retrieved evidence
  - Resolve ambiguous port terminology

- **Procedure**
  - Port domain terminology indexing
    - Term-level embeddings and source metadata
  - Hybrid retrieval and reranking
    - Keyword matching + semantic similarity
  - Grounded generation
    - Clarification of ambiguous requests



Port domain terminology dictionary

No	단어	한자	영문명	영문약어	뜻	출처
1	가감변		regulator valve		증기기관차의 밸브장치의 부품으로서 보일러의 증기를 기통(실린더)로 투입되는 증기량을 가감하여 속도를 조정하는 장치를 말함 밸브는 보일러의 정상부(頂上部)에 위치한 증기탱크 안에 있으며 조작은 운전실에서 함	국토교통부 물류용어사전(2023)
2	가고		Depth		전차선로(합성전차선)의 지지점에서 조가선과 전차선(트롤리선)과의 수직높이 심플커터너리가선(Simple Catenary)에서는 0.96m, 컴파운드 커터너리 가선(Compound Catenary)에서는 1.5m로 하는것이 표준임	국토교통부 물류용어사전(2023)
3	가공선		overhead line, overhead wire		전력의 배전용 또는 송전용으로 사용하는 전차선 지중케이블을 매설한 지중선식에 대하여 그 구조가 가공식인 것 즉 전주 또는 철탑에 전차선을 가설한 것으로 가공선로 또는 가공전선로라고도 함	국토교통부 물류용어사전(2023)
4	가교판		apron		관통로(貫通路)에 설치한 보행용 판	국토교통부 물류용어사전(2023)
5	가단성		ductility		재료가 파괴되지 않고 쉽게 신장 되는 특성 구리는 좋은 연성을 가지고 있기 때문에 매우 가느다란 동선으로 뽑아낼 수 있음	국토교통부 물류용어사전(2023)
6	가도교		Over bridge		도로를 횡단하여 그 상부에 설치하는 다리 철도와 도로가 입체 교차하는 경우에 철도가 도로의 위를 달리는 모양으로 만들어진 교량 즉은 뜻으로 철도가 도로 위를 횡단하는 것을 과도교, 도로가 철도선로 위를 횡단하는 것을 과선교, 도로의 횡단 육교 등을 가도교라 함 도로 위에 철도교가 시공되기 때문에 각각 건축한계에 다소 여유를 예상하여 거더 아래 공간을 확보하고, 교대, 교각이 시야를 방해하지 않아야 함 일반 통행자의 눈에 뜨일 기회도 많아 경관상의 배려도 필요함 과도교의 시공은 과선교와 달리 철도 선로를 지지한 상태로 새로운 구조물을 축조한다고 하는 어려움이 있고, 철도 영업에 지장을 주는 일이 없이 시공하여야 하기 때문에 방호공을 필요로 하며, 또한 시공법에서도 새로운 공법의 도입 등으로 안전하고 확실한 공사를 실시하여야 함 "철도 및 횡단도로"로 용어순화 (권장사용)	국토교통부 물류용어사전(2023)

Integrated terminology dictionary

Visualization Agent

- **Role**
  - Generate chart designs that preserve the source values
  - Fast grasp of the data(e.g. trend, anomaly)

- **Vega-lite**
  - Declarative JSON specification(low difficulty)
  - Interactive chart rendering

- **Train**
  - Synthetic training pairs from Vega-Lite examples
  - LoRA fine-tuning for mark and encoding prediction

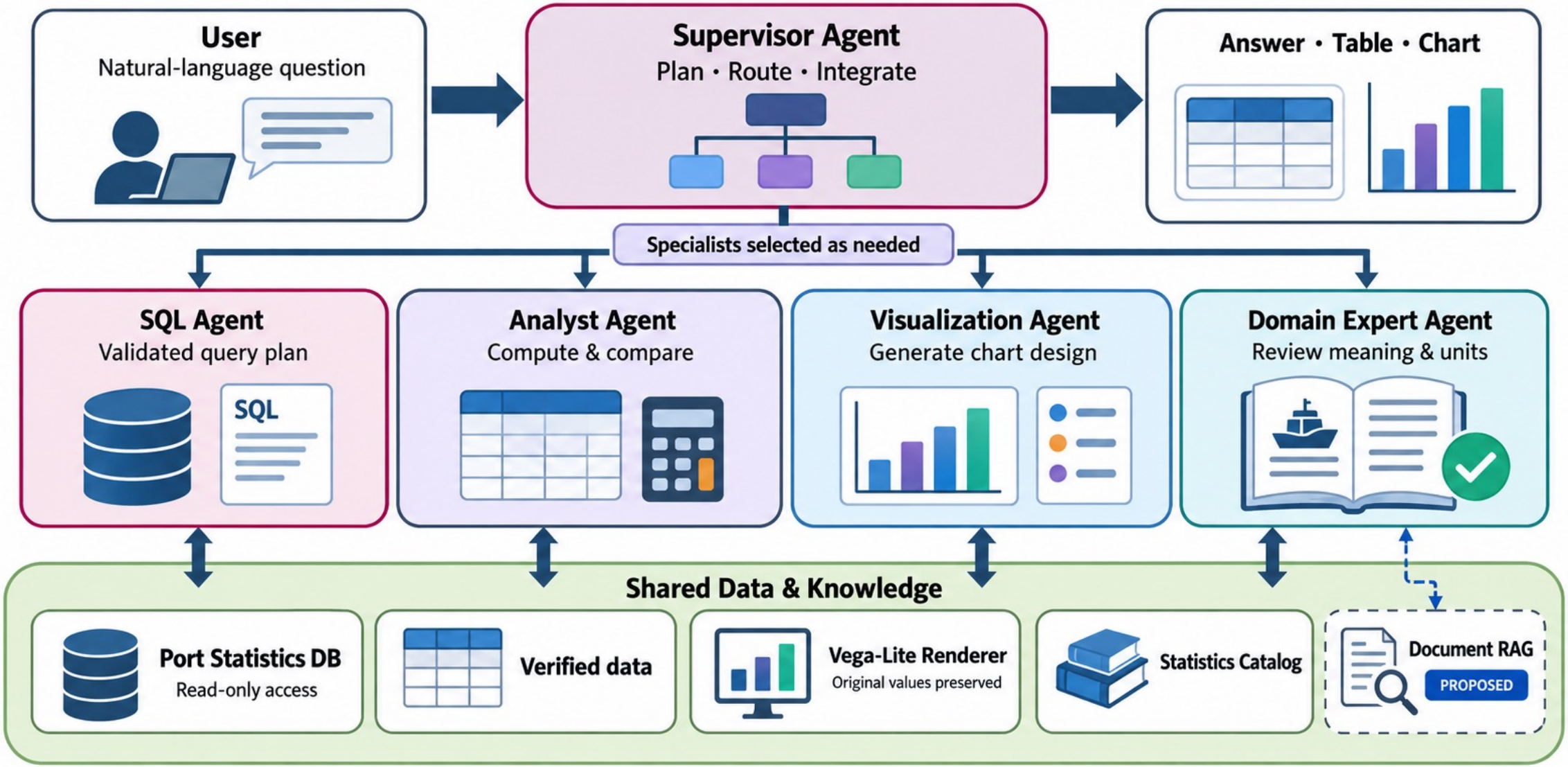


Visualizations with Vega-lite

```
{
  "background": "orange",
  "view": {"fill": "yellow"},
  "data": {"url": "data/cars.json"},
  "mark": "point",
  "encoding": {
    "x": {"field": "Horsepower", "type": "quantitative"},
    "y": {"field": "Miles_per_Gallon", "type": "quantitative"}
  }
}
```

Vega-lite Spec

System Overview



Thank you

