



Giới thiệu

Các phương pháp dò  
tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

Tính toán quan trắc  
giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

# Bài giảng 02

## Hệ thống quan trắc giao thông

### *Traffic surveillance systems*

[Chương 2]

124007 - Chuyên đề: Hệ Thống Giao Thông Thông Minh  
[*Intelligent Transportation Systems*]

TS. LÊ VĂN QUỐC ANH  
anh@ut.edu.vn  
ĐH GTVT TP.HCM



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

## 1 Giới thiệu

## 2 Các phương pháp dò tìm

- 1. Kỹ thuật xâm nhập
- 2. Kỹ thuật không thâm nhập
- 3. Kỹ thuật tách khỏi đường

## 3 Tính toán quan trắc giao thông

- 1. Với thiết bị vòng tử
- 2. Với moving observers



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

# Giới thiệu Hệ thống quan trắc giao thông



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

- Quan trắc giao thông là liên tục theo dõi (giám sát) tình trạng của HTGT
- Thu thập nhiều loại dữ liệu, trong đó quan trọng nhất là dữ liệu về **trạng thái hoạt động** của HTGT
  - Lưu lượng (rate of flow)
  - Tốc độ (speed)
  - Mật độ (density)
  - ...
- Phương pháp:
  - Thủ công
  - Sử dụng các công nghệ cảm biến



#### Giới thiệu

##### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

##### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

## Các thông số cơ bản về dòng giao thông (Traffic Flow Variables)

[Tham khảo tài liệu: TRAFFIC STREAM CHARACTERISTICS  
BY FRED L. HALL]

# Các thông số cơ bản về dòng giao thông

Hệ thống quan trắc  
giao thông  
*Traffic surveillance  
systems*



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

# Các thông số cơ bản về dòng giao thông

- **Density** (vehicles per unit distance): mật độ phương tiện



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

# Các thông số cơ bản về dòng giao thông

- **Density** (vehicles per unit distance): mật độ phương tiện
- **Spacing** (distance per vehicle): khoảng cách không gian giữa các phương tiện



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers



# Các thông số cơ bản về dòng giao thông

- **Density** (vehicles per unit distance): mật độ phương tiện
- **Spacing** (distance per vehicle): khoảng cách không gian giữa các phương tiện
- **Time headway** (seconds): khoảng cách thời gian giữa các phương tiện



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

# Các thông số cơ bản về dòng giao thông

- **Density** (vehicles per unit distance): mật độ phương tiện
- **Spacing** (distance per vehicle): khoảng cách không gian giữa các phương tiện
- **Time headway** (seconds): khoảng cách thời gian giữa các phương tiện
- **Rates of flow** (vehicles per unit time): lưu lượng giao thông



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

# Các thông số cơ bản về dòng giao thông

- **Density** (vehicles per unit distance): mật độ phương tiện
- **Spacing** (distance per vehicle): khoảng cách không gian giữa các phương tiện
- **Time headway** (seconds): khoảng cách thời gian giữa các phương tiện
- **Rates of flow** (vehicles per unit time): lưu lượng giao thông
- **Speeds** (distance per unit time): tốc độ



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

# Các thông số cơ bản về dòng giao thông

- **Density** (vehicles per unit distance): mật độ phương tiện
- **Spacing** (distance per vehicle): khoảng cách không gian giữa các phương tiện
- **Time headway** (seconds): khoảng cách thời gian giữa các phương tiện
- **Rates of flow** (vehicles per unit time): lưu lượng giao thông
- **Speeds** (distance per unit time): tốc độ
- **Travel time**: thời gian di chuyển trên một khoảng cách cho trước



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

# Các thông số cơ bản về dòng giao thông



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

- **Density** (vehicles per unit distance): mật độ phương tiện
- **Spacing** (distance per vehicle): khoảng cách không gian giữa các phương tiện
- **Time headway** (seconds): khoảng cách thời gian giữa các phương tiện
- **Rates of flow** (vehicles per unit time): lưu lượng giao thông
- **Speeds** (distance per unit time): tốc độ
- **Travel time**: thời gian di chuyển trên một khoảng cách cho trước
- **Occupancy**: tỷ lệ % thời gian chiếm dụng tại một điểm mặt đường của các phương tiện

# Các thông số cơ bản về dòng giao thông



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

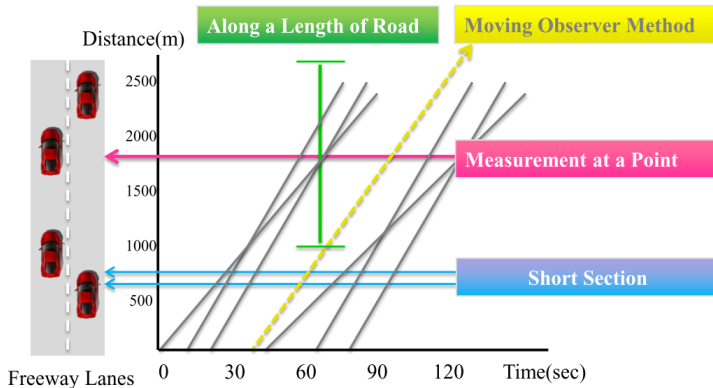
### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

- **Density** (vehicles per unit distance): mật độ phương tiện
- **Spacing** (distance per vehicle): khoảng cách không gian giữa các phương tiện
- **Time headway** (seconds): khoảng cách thời gian giữa các phương tiện
- **Rates of flow** (vehicles per unit time): lưu lượng giao thông
- **Speeds** (distance per unit time): tốc độ
- **Travel time**: thời gian di chuyển trên một khoảng cách cho trước
- **Occupancy**: tỷ lệ % thời gian chiếm dụng tại một điểm mặt đường của các phương tiện
- **Concentration**: sự tập trung (đo bằng *density* hay *occupancy*)

# Bốn phương pháp đo lường dữ liệu dòng giao thông

- **Measurement at a point:** đo lường tại một điểm
- **Over a short section:** qua một đoạn ngắn
- **Along a length of road:** dọc chiều dài đường
- **Moving observer method:** phương pháp quan sát có đi chuyển



[Source: Gang-Len Chang (2012)]



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

# Measurement at a point



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

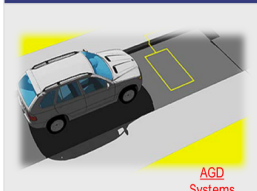
1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

- Các thông số đo lường trực tiếp được tại một điểm:
  - lưu lượng (flow rate, volume),
  - khoảng cách giữ các phương tiện (headways),
  - tốc độ (speed at a 'point')
- Không đo được mật độ (density - số phương tiện trên một đơn vị chiều dài)
  - tại sao?

Tube



Inductive Loop



Spot Speed



[Source: Gang-Len Chang (2012)]



## Over a short section

- Phân đoạn ngắn có nghĩa là chiều dài không quá 10m, ví dụ dùng cặp vòng từ có khoảng cách các vòng từ 5-6m
- Các thông số đo được:
  - lưu lượng (flow rate, volume),
  - khoảng cách giữ các phương tiện (headways),
  - tốc độ (speed)
  - tỷ lệ thời gian chiếm dụng (occupancy)
- Không đo được **trực tiếp** mật độ (density)

Paired Inductive Loop



Cameras



[Source: Gang-Len Chang (2012)]



### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

## Along a length of road

- Thường dùng các frame ảnh chụp từ trên cao, và chiều dài của đoạn đường cần quan sát tối thiểu 0.5km
- Dựa trên chuỗi các frame ảnh chụp với một khoảng cách thời gian cố định có thể tính được lưu lượng, tốc độ, và mật độ
  - lưu lượng (flow rate, volume): biến đổi theo thời gian được đo lường tại một điểm trong không gian
  - mật độ (density): biến đổi theo không gian, được đo lường tại một thời điểm
- Xác định các giá trị trung bình cho lưu lượng, mật độ, và tốc độ



[Source: Gang-Len Chang (2012)]



### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers



Có hai hướng tiếp cận chính:

- ❶ Sử dụng xe thăm dò (floating car) như là phương tiện đại diện cho dòng giao thông
  - tốc độ của xe chính là *tốc độ trung bình* của dòng giao thông
  - ưu điểm: không cần các thiết bị phụ trợ
  - nhược điểm: thông số này không có độ chính xác cao
- ❷ Sử dụng xe thăm dò (survey vehicle) di chuyển theo hai hướng của một đoạn đường.
  - thu được giá trị tốc độ và lưu lượng
  - ưu điểm: phù hợp cho các tuyến đường nông thôn, chưa lắp đặt các hệ thống đo đặc tự động
  - nhược điểm: không phù hợp với tuyến đường đô thị đông xe

## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

# Hệ thống quan trắc giao thông

# Các thành phần của hệ thống quan trắc



Một hệ thống quan trắc giao thông bao gồm 4 thành phần:

- ➊ **Phương pháp dò tìm:** vòng từ, ống hơi, cảm biến áp điện, cảm biến âm thanh, vi sóng, hồng ngoại, siêu âm, camera...
- ➋ **Phần cứng:** máy tính, màn hình hiển thị, điều khiển và biến tín hiệu
- ➌ **Phần mềm:** được dùng để chuyển đổi dữ liệu thu thập bởi các thiết bị dò tìm để giao tiếp và truyền tin với các thiết bị hiện trường
- ➍ **Hệ thống thông tin:** kết nối các thành phần ở trung tâm điều khiển với các thiết bị hiện trường.

## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers



## Phần cứng máy tính (hardware):

- Nhận thông tin từ những thiết bị trên đường và từ các cảm biến.
- Kiểm soát các thiết bị trên đường từ trung tâm điều khiển
  - Ví dụ: truyền các tín hiệu điều khiển để yêu cầu một CCTV camera xoay/lia qua lại, thu phóng
- Thu thập và xử lý dữ liệu từ các cảm biến để có được thông số hợp lý của dòng giao thông.
- Các màn hình hiển thị
  - cung cấp cho người điều khiển hình ảnh trực quan về hoạt động của hệ thống giao thông,
  - ví dụ hình ảnh từ các camera bố trí trên đường

### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

Phần mềm máy tính (software) là một thành phần cấu thành của hệ thống quan trắc giao thông, được xây dựng dựa trên các thuật toán. Một số ví dụ:



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers



Phần mềm máy tính (software) là một thành phần cấu thành của hệ thống quan trắc giao thông, được xây dựng dựa trên các thuật toán. Một số ví dụ:

- Hệ thống phân loại xe và ước lượng vận tốc phát hiện bởi vòng từ
- Phần mềm kiểm soát đèn tín hiệu động
- Phần mềm phát hiện tai nạn,
- Hệ thống hỗ trợ ra quyết định trong xử lý tai nạn giao thông
- Các phần mềm để kiểm soát thiết bị quan trắc lắp trên đường.
- ...

## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers





Hệ thống thông tin có vai trò kết nối thông tin giữa các bộ phận của TMC và giữa TMC với các thiết bị quan trắc lắp trên đường.

- Có nhiều môi trường truyền tin:

## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers



Hệ thống thông tin có vai trò kết nối thông tin giữa các bộ phận của TMC và giữa TMC với các thiết bị quan trắc lắp trên đường.

- Có nhiều môi trường truyền tin:
  - Mạng cục bộ (LAN): thông tin nội bộ TMC
  - Cáp quang: thông tin giữa trung tâm và các thiết bị cảm biến trên đường
  - Hệ thống mạng không dây: giao tiếp giữa phương tiện và hệ thống hạ tầng, thông tin giữa các cảm biến,...
  - Mạng di động (GPRS, 3G): giữa phương tiện và trung tâm
- Chọn lựa môi trường giao tiếp:

## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers



Hệ thống thông tin có vai trò kết nối thông tin giữa các bộ phận của TMC và giữa TMC với các thiết bị quan trắc lắp trên đường.

- Có nhiều môi trường truyền tin:
  - Mạng cục bộ (LAN): thông tin nội bộ TMC
  - Cáp quang: thông tin giữa trung tâm và các thiết bị cảm biến trên đường
  - Hệ thống mạng không dây: giao tiếp giữa phương tiện và hệ thống hạ tầng, thông tin giữa các cảm biến,...
  - Mạng di động (GPRS, 3G): giữa phương tiện và trung tâm
- Chọn lựa môi trường giao tiếp:

## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers



Hệ thống thông tin có vai trò kết nối thông tin giữa các bộ phận của TMC và giữa TMC với các thiết bị quan trắc lắp trên đường.

- Có nhiều môi trường truyền tin:
  - Mạng cục bộ (LAN): thông tin nội bộ TMC
  - Cáp quang: thông tin giữa trung tâm và các thiết bị cảm biến trên đường
  - Hệ thống mạng không dây: giao tiếp giữa phương tiện và hệ thống hạ tầng, thông tin giữa các cảm biến,...
  - Mạng di động (GPRS, 3G): giữa phương tiện và trung tâm
- Chọn lựa môi trường giao tiếp: tùy thuộc vào băng thông yêu cầu để truyền dữ liệu.
  - Ví dụ như truyền hình ảnh đòi hỏi băng thông rộng hơn nên có thể phải sử dụng cáp quang.

## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers



Giới thiệu

Các phương pháp dò  
tìm

## Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

Tính toán quan trắc  
giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers



1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

Các phương pháp dò tìm được thực hiện bằng ba kỹ thuật chính:

- ➊ **Kỹ thuật xâm nhập (intrusive):**
- ➋ **Kỹ thuật không xâm nhập (non-intrusive):**
- ➌ **Kỹ thuật tách khỏi đường (off-roadway):**



1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

Các phương pháp dò tìm được thực hiện bằng ba kỹ thuật chính:

❶ **Kỹ thuật xâm nhập (intrusive):**

→ các thiết bị cảm biến xâm nhập được lắp đặt trong phạm vi dành cho xe chạy

❷ **Kỹ thuật không xâm nhập (non-intrusive):**

→ các thiết bị cảm biến không xâm nhập được lắp đặt phía trên lòng đường hoặc trên lề đường

❸ **Kỹ thuật tách khỏi đường (off-roadway):**

→ không cần phải lắp đặt thiết bị tại nơi cần quan trắc



Giới thiệu

Các phương pháp dò  
tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập

2. Kỹ thuật không thâm  
nhập

3. Kỹ thuật tách khỏi đường

Tính toán quan trắc  
giao thông

1. Với thiết bị vòng tử

2. Với moving observers

# 1. Kỹ thuật xâm nhập



# 1. Kỹ thuật xâm nhập



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

#### 1. Kỹ thuật xâm nhập

2. Kỹ thuật không thăm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

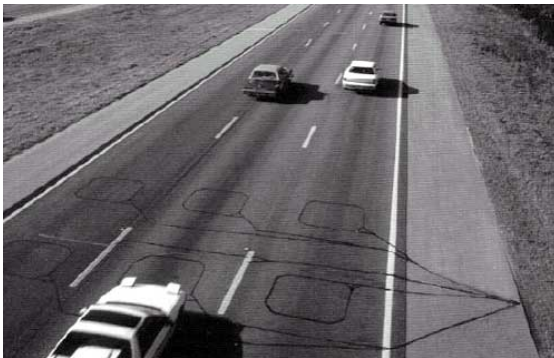
1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

Một số thiết bị dò tìm thuộc kỹ thuật xâm nhập được sử dụng phổ biến nhất hiện nay:

- Vòng từ (Inductive loop detector)
- Ống hơi (Pneumatic tube)
- Cảm biến áp điện (Piezoelectric sensor)

## Vòng từ

- Vòng từ sử dụng kỹ thuật phát hiện phương tiện dựa trên tín hiệu điện từ
- Được sử dụng rộng rãi trong việc dò tìm nhận biết xe
- Thường được lắp đặt tại các giao lộ, lối vào đường cao tốc, lối vào nơi đỗ xe, hoặc được lắp đặt để đếm phương tiện tại các phân đoạn của cao tốc.



[Source: ops.fhwa.dot.gov]



### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

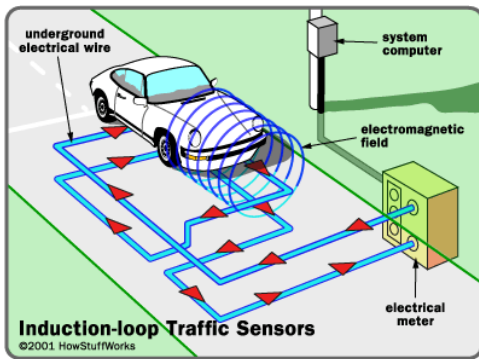
1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

## Vòng từ - Cấu tạo

- Vòng từ được làm bằng một vài vòng dây cách ly được chôn dưới mặt đường.
- Vòng từ được nối với nguồn điện và với 1 bộ dò tìm. Dòng điện này có tần số khoảng 10-50 kHz và được kiểm soát bởi bộ dò tìm, thực chất là 1 điện kế (electrical meter).



[Source: howstuffworks.com]



Giới thiệu

Các phương pháp dò  
tìm

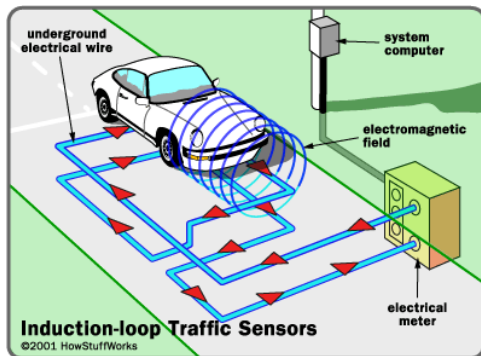
1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

Tính toán quan trắc  
giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

## Vòng từ - Nguyên tắc hoạt động

- Một xe chạy ngang qua vòng dây sẽ làm nhiễu loạn vùng từ trường sinh ra bởi vòng dây
- Từ trường thay đổi dẫn đến sự thay đổi độ tự cảm của vòng dây (có sự dao động về tần số)
- Thiết bị đo (electrical meter) sẽ nhận biết thay đổi này, và nếu sự thay đổi về tần số lớn hơn 1 giá trị ngưỡng định sẵn, 1 tín hiệu sẽ được gửi đến bộ điều khiển để hệ thống nhận diện một xe đi qua



[Source: howstuffworks.com]



### Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

#### 1. Kỹ thuật xâm nhập

2. Kỹ thuật không thăm nhập

3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ

2. Với moving observers

Vòng từ có thể hoạt động ở chế độ nhận biết xung (pulse mode) hoặc chế độ nhận biết hiện diện (presence mode)

- **Chế độ nhận biết xung:** vòng dây gửi một tín hiệu ngắn (trong khoảng 0.125s) đến bộ dò tìm và hệ thống do đó dùng để đếm lưu lượng.
- **Chế độ nhận biết hiện diện:** tín hiệu từ vòng dây được duy trì liên tục khi một xe choáng chỗ trong khu vực phát hiện của vòng dây. Do vậy, chế độ nhận biết có thể cung cấp thông tin về lưu lượng và thời gian một xe choáng chỗ trong vòng dây.

# Vòng từ đơn và Vòng từ kép

- **Vòng từ đơn:** là loại chỉ có một vòng thép cảm ứng bố trí riêng rẽ để nhận biết tín hiệu việc choáng chỗ của xe.
  - Có thể đếm xe:
  - Có thể ước lượng vận tốc:
- **Vòng từ kép:** bao gồm 2 vòng thép bố trí kề liền nhau, cùng làm việc để chuyển các tín hiệu nhận được từ việc cảm ứng xe đến bộ xử lý dò tìm.
  - Có thể đếm xe
  - Có thể đo vận tốc xe:
  - Có thể phân loại xe:



# Vòng từ đơn và Vòng từ kép

- **Vòng từ đơn:** là loại chỉ có một vòng thép cảm ứng bố trí riêng rẽ để nhận biết tín hiệu việc choáng chỗ của xe.
  - Có thể đếm xe: dựa trên thời gian xe choáng chỗ trong vòng từ
  - Có thể ước lượng vận tốc: dùng phép các thống kê
- **Vòng từ kép:** bao gồm 2 vòng thép bố trí kề liền nhau, cùng làm việc để chuyển các tín hiệu nhận được từ việc cảm ứng xe đến bộ xử lý dò tìm.
  - Có thể đếm xe
  - Có thể đo vận tốc xe:
  - Có thể phân loại xe:



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

#### 1. Kỹ thuật xâm nhập

2. Kỹ thuật không thâm nhập

3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ

2. Với moving observers

# Vòng từ đơn và Vòng từ kép



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

#### 1. Kỹ thuật xâm nhập

2. Kỹ thuật không thâm nhập

3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ

2. Với moving observers

- **Vòng từ đơn:** là loại chỉ có một vòng thép cảm ứng bố trí riêng rẽ để nhận biết tín hiệu việc choáng chỗ của xe.
  - Có thể đếm xe: dựa trên thời gian xe choáng chỗ trong vòng từ
  - Có thể ước lượng vận tốc: dùng phép các thống kê
- **Vòng từ kép:** bao gồm 2 vòng thép bố trí kề liền nhau, cùng làm việc để chuyển các tín hiệu nhận được từ việc cảm ứng xe đến bộ xử lý dò tìm.
  - Có thể đếm xe
  - Có thể đo vận tốc xe: từ tỷ số giữa khoảng cách giữa 2 vòng từ và thời gian lệch giữa hai thời điểm phát hiện xe của hai vòng.
  - Có thể phân loại xe:



# Vòng từ đơn và Vòng từ kép



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

#### 1. Kỹ thuật xâm nhập

2. Kỹ thuật không thâm nhập

3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ

2. Với moving observers

- **Vòng từ đơn:** là loại chỉ có một vòng thép cảm ứng bố trí riêng rẽ để nhận biết tín hiệu việc choáng chỗ của xe.
  - Có thể đếm xe: dựa trên thời gian xe choáng chỗ trong vòng từ
  - Có thể ước lượng vận tốc: dùng phép các thông kê
- **Vòng từ kép:** bao gồm 2 vòng thép bố trí kề liền nhau, cùng làm việc để chuyển các tín hiệu nhận được từ việc cảm ứng xe đến bộ xử lý dò tìm.
  - Có thể đếm xe
  - Có thể đo vận tốc xe: từ tỷ số giữa khoảng cách giữa 2 vòng từ và thời gian lệch giữa hai thời điểm phát hiện xe của hai vòng.
  - Có thể phân loại xe: dựa trên chiều dài tính toán từ giá trị vận tốc đo được



Tín hiệu thu thập từ vòng từ có thể sử dụng cho nhiều ứng dụng, ví dụ:

- Điều khiển tín hiệu đèn:
- Điều khiển mở cổng garage:
- Ứng dụng cho *red-light-running camera*:

# Vòng từ - Ứng dụng

Tín hiệu thu thập từ vòng từ có thể sử dụng cho nhiều ứng dụng, ví dụ:

- **Điều khiển tín hiệu đèn:** dựa vào tín hiệu xuất ra từ vòng từ để quyết định chuyển đèn sang màu xanh
- **Điều khiển mở cổng garage:**
- **Ứng dụng cho *red-light-running camera*:**



1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thăm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

Tín hiệu thu thập từ vòng từ có thể sử dụng cho nhiều ứng dụng, ví dụ:

- **Điều khiển tín hiệu đèn:** dựa vào tín hiệu xuất ra từ vòng từ để quyết định chuyển đèn sang màu xanh
- **Điều khiển mở cổng garage:** phát hiện xe đến trước cổng để tự động mở cổng
- **Ứng dụng cho *red-light-running camera*:**



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

Tín hiệu thu thập từ vòng từ có thể sử dụng cho nhiều ứng dụng, ví dụ:

- **Điều khiển tín hiệu đèn:** dựa vào tín hiệu xuất ra từ vòng từ để quyết định chuyển đèn sang màu xanh
- **Điều khiển mở cổng garage:** phát hiện xe đến trước cổng để tự động mở cổng
- **Ứng dụng cho *red-light-running camera*:** một giao lộ với bộ dò này được kết nối với camera theo dõi và bộ điều khiển tín hiệu giao thông. Nếu một xe vượt đèn đỏ, camera sẽ được kích hoạt để chụp hình xe này.

# Vòng từ - Ưu và nhược điểm

- **Ưu điểm:** có thể sử dụng để giám sát liên tục, bất chấp thời tiết và điều kiện ánh sáng.
- **Nhược điểm:**



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

# Vòng từ - Ưu và nhược điểm

- **Ưu điểm:** có thể sử dụng để giám sát liên tục, bất chấp thời tiết và điều kiện ánh sáng.
- **Nhược điểm:**
  - Quá trình lắp đặt vòng từ làm giao thông bị gián đoạn.
  - Việc lắp đặt và bảo trì tốn kém.
  - Vòng từ không phải lúc nào cũng đạt được độ tin cậy như mong muốn và có thể bị hỏng do lắp đặt, do tải trọng xe và do thay đổi thủy nhiệt nền mặt đường.



# Ống hơi (Pneumatic tubes)

Các thiết bị dạng này được coi là dạng thiết bị thu thập dữ liệu di động, lý tưởng cho các nghiên cứu giao thông ngắn hạn.



[Source: Internet]



Giới thiệu

Các phương pháp dò  
tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

Tính toán quan trắc  
giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers



# Ống hơi - Cấu tạo và Nguyên tắc hoạt động



[Source: Internet]

- Ống hơi cao su đường kính khoảng 1cm được lắp đặt bằng cách dán trên mặt đường, vuông góc hướng xe chạy.
- Khi một xe chạy cán qua, ống hơi, một xung khí áp sẽ truyền dọc ống. Xung khí này sẽ làm đóng/mở một công tắc khí, gây ra một tín hiệu điện nhận diện có thêm một trục vừa qua.
- Được dùng để thu thập dữ liệu giao thông:



Giới thiệu

Các phương pháp dò  
tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập

2. Kỹ thuật không thâm  
nhập

3. Kỹ thuật tách khỏi đường

Tính toán quan trắc  
giao thông

1. Với thiết bị vòng từ

2. Với moving observers

# Ổng hơi - Cấu tạo và Nguyên tắc hoạt động



[Source: Internet]

- Ổng hơi cao su đường kính khoảng 1cm được lắp đặt bằng cách dán trên mặt đường, vuông góc hướng xe chạy.
- Khi một xe chạy cán qua, ồng hơi, một xung khí áp sẽ truyền dọc ồng. Xung khí này sẽ làm đóng/mở một công tắc khí, gây ra một tín hiệu điện nhận diện có thêm một trục vừa qua.
- Được dùng để thu thập dữ liệu giao thông:
  - tốc độ tức thời,
  - hướng của dòng di chuyển,
  - lưu lượng xe,
  - phân loại xe



Giới thiệu

Các phương pháp dò  
tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập

2. Kỹ thuật không thâm  
nhập

3. Kỹ thuật tách khỏi đường

Tính toán quan trắc  
giao thông

1. Với thiết bị vòng từ

2. Với moving observers



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

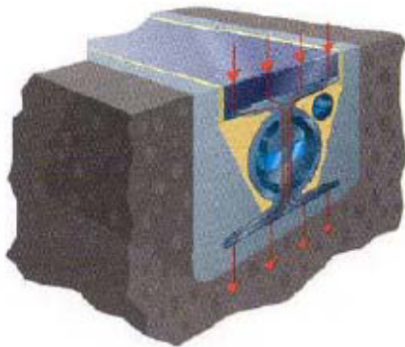
### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

- **Ưu điểm:** đơn giản, lắp đặt nhanh, ít tốn kém chi phí vận hành
- **Nhược điểm:**
  - kém chính xác khi dòng xe đông
  - ảnh hưởng bởi nhiệt độ lên sự hoạt động của công tắc khí
  - dễ hư hỏng: ống hơi có thể bị bong tróc, nứt vỡ do bánh xe gây ra.
  - không thể sử dụng cho dòng xe hỗn hợp không phân làn như ở VN.
  - thường chỉ được dùng để đếm dòng xe ô tô và ít được dùng để dò tìm quan trắc trong thời gian dài.

# Cảm biến áp điện

Cảm biến áp điện (Piezoelectric sensor) có kiểu lắp đặt và hoạt động bên dưới làn xe chạy tương tự vòng từ. Nó được cấu tạo bằng một loại vật liệu chế tạo đặc biệt (thạch anh nhân tạo).



[Source: Bài giảng ITS - Văn Hồng Tấn]



Giới thiệu

Các phương pháp dò  
tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

Tính toán quan trắc  
giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

# Cảm biến áp điện - Cấu tạo và Nguyên tắc hoạt động



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

#### 1. Kỹ thuật xâm nhập

2. Kỹ thuật không thâm nhập

3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử

2. Với moving observers

- Vật liệu chế tạo cảm biến làm thay đổi điện áp khi cảm biến chịu tác động bởi xung ngoại lực.
- Giá trị điện áp tùy thuộc vào độ lớn lực hay tải trọng xe,
  - điện áp sẽ giảm xuống bằng 0 nếu lực tác dụng không thay đổi.
  - nếu xe dừng yên trên thiết bị thì điện áp đo được sẽ giảm xuống zero.
- Ngoài khả năng phát hiện xe, thiết bị có thể phân loại xe:



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

#### 1. Kỹ thuật xâm nhập

2. Kỹ thuật không thâm nhập

3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ

2. Với moving observers

- Vật liệu chế tạo cảm biến làm thay đổi điện áp khi cảm biến chịu tác động bởi xung ngoại lực.
- Giá trị điện áp tùy thuộc vào độ lớn lực hay tải trọng xe,
  - điện áp sẽ giảm xuống bằng 0 nếu lực tác dụng không thay đổi.
  - nếu xe dừng yên trên thiết bị thì điện áp đo được sẽ giảm xuống zero.
- Ngoài khả năng phát hiện xe, thiết bị có thể phân loại xe:
  - bằng cách đếm số trục, khoảng cách và trọng lượng trục xe.

# Cảm biến áp điện - Ưu và nhược điểm

- **Ưu điểm:** có thể sử dụng để giám sát liên tục, bất chấp thời tiết và điều kiện ánh sáng.
- **Nhược điểm:**



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

#### 1. Kỹ thuật xâm nhập

2. Kỹ thuật không xâm nhập

3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ

2. Với moving observers

- **Ưu điểm:** có thể sử dụng để giám sát liên tục, bất chấp thời tiết và điều kiện ánh sáng.
- **Nhược điểm:**
  - lắp đặt và sửa chữa cảm biến sẽ gây cản trở giao thông,
  - khả năng hư hỏng do tải trọng giao thông và do sửa chữa mặt đường.
  - độ nhạy của cảm biến cũng phụ thuộc vào nhiệt độ và tốc độ dòng xe quan trắc.





Giới thiệu

Các phương pháp dò  
tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

Tính toán quan trắc  
giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

## 2. Kỹ thuật không thâm nhập

## 2. Kỹ thuật không thâm nhập



### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

- Bao gồm các loại thiết bị không xâm nhập vào đường:
  - lắp đặt và bảo trì không cần chặn xe và sửa chữa mặt đường.
- Có thể được lắp trên vỉa hè, gắn trên giá treo giữa làn xe.
- Ví dụ cho loại kỹ thuật này:
  - Sử dụng radar vi sóng (microwave radar detector)
  - Sử dụng cảm biến hồng ngoại (infrared sensors)
  - Sử dụng cảm biến radar laser (laser radar sensors)
  - Dựa vào xử lý video (Video Image Processing),
  - Sử dụng cảm biến siêu âm (ultrasonic detector)
  - Sử dụng cảm biến âm thanh (acoustic detector)

# Microwave radar detector



## Giới thiệu

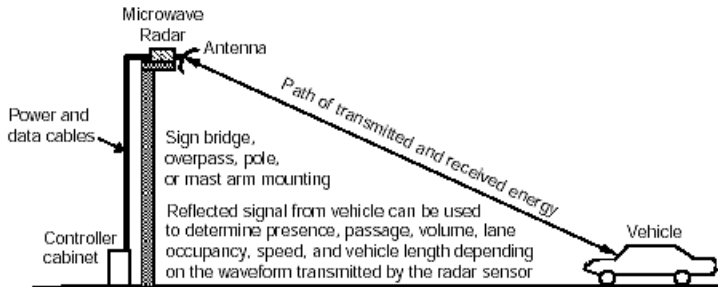
### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị cố định
2. Với moving observers

- Hệ thống dò tìm phát vi sóng radar về một vùng phía trước nó trên đường.
- Bề rộng của tia hay vùng tập trung năng lượng radar được kiểm soát bởi kích thước và phân bố của năng lượng phát từ chảo ăngten.



[Source: Traffic Detector Handbook - FHWA - 2006]



### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

Có hai loại vi sóng radar tương ứng dùng cho 2 loại cảm biến radar:

- **Loại sóng liên tục:** Radar Doppler truyền 1 tín hiệu có tần số là hằng số.
  - Khi có xe đi qua khu vực dò tìm, một sự thay đổi tần số (hiệu ứng thay đổi Doppler) sẽ sinh ra trong sóng truyền lại.
  - Việc phát hiện xe và ước lượng vận tốc có thể đo từ sự thay đổi này.
  - Loại sóng radar liên tục này **không thể dò tìm được xe đứng yên** và vì thế loại thiết bị dùng loại sóng liên tục không thể được xem là thiết bị dò tìm ở chế độ hiện diện.
- **Loại sóng điều chỉnh tần số liên tục**



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán giao trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

Có hai loại vi sóng radar tương ứng dùng cho 2 loại cảm biến radar:

- **Loại sóng liên tục**
- **Loại sóng điều chỉnh tần số liên tục** (frequency modulated continuous wave): Radar phát 1 tín hiệu có tần số thay đổi đều.
  - Khoảng cách giữa xe và bộ nhận tín hiệu được tính bằng cách đo thời gian chênh lệch giữa phát và nhận tín hiệu.
  - Có thể phát hiện được cả xe di động và xe đứng yên.
  - Có thể thu được các thông số: mật độ làn, số lượng xe, chiều dài xe
  - Cần phải sử dụng hai vùng dò tìm để xác định vận tốc xe.



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

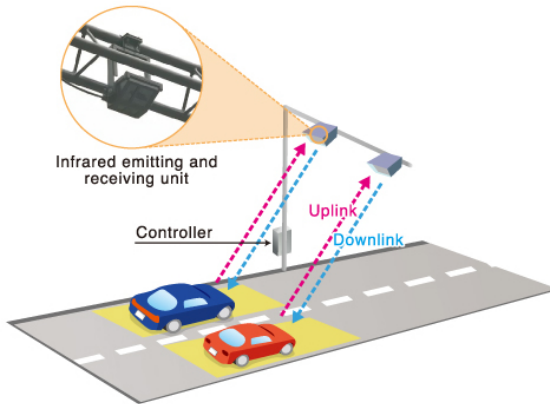
### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

- Cảm biến vi sóng có khả năng hoạt động ổn định trong mọi điều kiện thời tiết, tránh được tác động của nước thấm từ mặt đường như đối với vòng cảm biến.
- Thiết bị này được dùng cho loại đèn tín hiệu kích hoạt ở đô thị và trong ứng dụng hệ thống tự động trên đường cao tốc

## Cảm biến hồng ngoại

Năng lượng từ sóng hồng ngoại phát ra hoặc phản xạ từ phương tiện được tập trung bởi hệ thống quang học vào một loại vật liệu nhạy cảm với các bước sóng hồng ngoại. Năng lượng này được chuyển thành các tín hiệu điện và qua bộ xử lý tín hiệu thời gian thực để nhận diện phương tiện.



[Source: global-sei.com]



### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

Có hai loại cảm biến hồng ngoại, bao gồm loại hoạt động dưới dạng **chủ động** và loại hoạt động dạng **thụ động**.

- **Dạng thụ động** không phát ra năng lượng mà nhận năng lượng được phát ra từ hoặc phản xạ từ xe cộ, mặt đường và các vật thể khác. Khi một xe vào vùng dò tìm, nó tạo ra 1 sự gia tăng năng lượng phát ra so với mặt đường lúc không có xe.
  - Có thể đo tốc độ, chiều dài xe, lưu lượng xe, và thời gian choáng chỗ trong khu vực cảm biến.
  - Độ chính xác của thiết bị này có thể bị ảnh hưởng bởi điều kiện thời tiết xấu, do đó không cho độ tin cậy ổn định.





## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

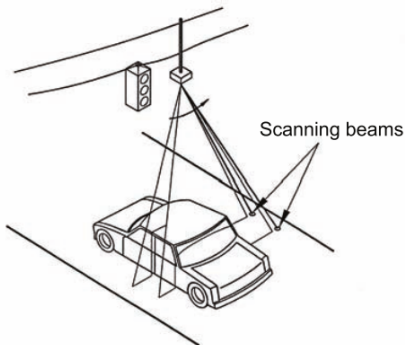
1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

Có hai loại cảm biến hồng ngoại, bao gồm loại hoạt động dưới dạng chủ động và loại hoạt động dạng thụ động.

- **Dạng thụ động**
- **Dạng chủ động** có nguyên lý tương tự như cảm biến bằng vi sóng radar: phát ra 1 tia năng lượng hẹp về mặt đường, và nhận lại tia phản xạ.
  - Có thể đo lượng xe đi qua, thời gian choáng chỗ và tốc độ. (tốc độ của xe được đo bằng thời gian mà xe cắt ngang qua 2 tia hồng ngoại chiếu ngang qua đường và cách nhau 1 khoảng cố định)
  - Có thể phân loại xe bằng cách đo chiều dài xe.
  - Độ chính xác phụ thuộc vào điều kiện thời tiết

## Cảm biến radar laser

- Laser radars là loại cảm biến chủ động, quét một tia hồng ngoại hoặc phát một số lượng tia cố định bao phủ bề ngang của làn xe.
- Các cảm biến hiện đại có thể thu được hình ảnh 2D và 3D của phương tiện, từ đó cho phép phân loại xe.
  - Ứng dụng thực tế cho thấy hệ thống có thể phân loại được 11 loại xe ở các trạm thu phí.



[Source: Traffic Detector Handbook - FHWA - 2006]



### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

## Cảm biến siêu âm

- Cảm biến siêu âm (Ultrasonic detector) chủ động phát ra các sóng siêu âm (tần số khoảng 20-50 kHz, tai người không nghe được)
  - có nguyên lý làm việc tương tự như cảm biến vi sóng rada,
  - có thể hoạt động liên tục hoặc theo xung
- Có thể đo lưu lượng, thời gian choáng chỗ, và tốc độ. Các cảm biến dạng dùng xung còn có thể phân loại xe.



[Source: [www.utms.or.jp](http://www.utms.or.jp)]



### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

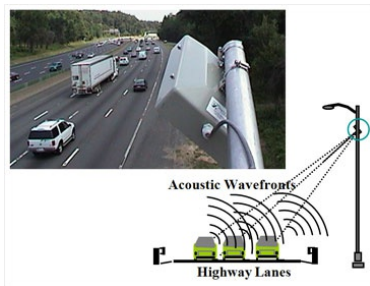
1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

## Cảm biến âm thanh

- Cảm biến âm thanh (Acoustic detectors) đo năng lượng âm hoặc tiếng động phát ra từ bản thân xe và từ va chạm lẫn giữa bánh xe và mặt đường.
  - Sử dụng một dãy các micro để dò tìm xe chạy ngang qua
  - Có thể đo tốc độ, lưu lượng, thời gian choáng chỗ và sự hiện diện.
  - Có thể phân loại xe?
- 
- Có thể sử dụng trong mọi điều kiện thời tiết và ánh sáng



[Source: [www.smarteksys.com](http://www.smarteksys.com)]



### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

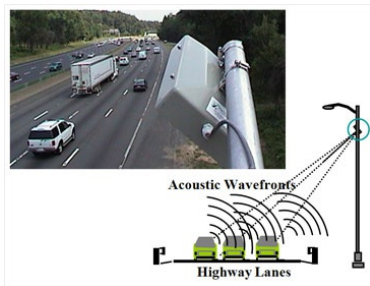
1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

## Cảm biến âm thanh

- Cảm biến âm thanh (Acoustic detectors) đo năng lượng âm hoặc tiếng động phát ra từ bản thân xe và từ va chạm lẫn giữa bánh xe và mặt đường.
- Sử dụng một dãy các micro để dò tìm xe chạy ngang qua
- Có thể đo tốc độ, lưu lượng, thời gian choáng chỗ và sự hiện diện.
- Có thể phân loại xe?
  - bằng cách so sánh giữa âm sắc của xe đó với 1 bảng chuẩn các âm sắc của các loại xe khác nhau
- Có thể sử dụng trong mọi điều kiện thời tiết và ánh sáng



[Source: [www.smarteksys.com](http://www.smarteksys.com)]



### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thăm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

## Xử lý ảnh video

- Kỹ thuật xử lý ảnh video (Video image processing – VIP) giao thông phát hiện xe và các tham số của dòng xe dựa trên việc phân tích hình ảnh thu được từ camera
- Sử dụng một số giải thuật phát hiện đối tượng, truy vết (tracking), và nhận dạng (recognition)



[Source: Internet]



### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

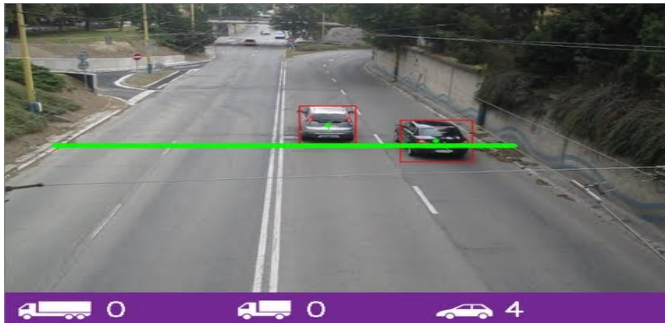
1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

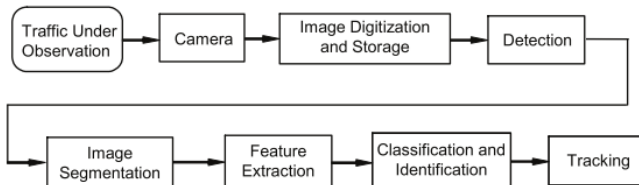
1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

# Xử lý ảnh video

## Giám sát và đếm xe



[Source: www.tritontv.com]



[Source: Traffic Detector Handbook - 2006]



### Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

# Xử lý ảnh video - Bãi giữ xe thông minh

## Nhận dạng biển số xe



[Source: Vinaparking]



### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers





#### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm  
nhập

#### 3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

## 3. Kỹ thuật tách khỏi đường



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập

### 3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

- Xe thăm dò (probe vehicle) có gắn các thiết bị định vị và liên lạc sẽ liên tục liên lạc gửi vị trí của nó về 1 trung tâm máy tính, nơi mà tập trung và chia sẻ tất cả thông tin từ các xe thăm dò và các nguồn.
- Xe thăm dò gửi thông tin thông qua hệ thống giao tiếp khoảng cách ngắn chuyên dụng (dedicated short range communication systems, DSRC) đến các trạm tín hiệu giao tiếp bằng sóng radio có tần số khoảng 5.8 GHz.



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập

### 3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

Mục đích chính việc thiết kế xe thăm dò là để thu thập dữ liệu theo thời gian thực. Bao gồm một số kỹ thuật:

- **Signpost-Based Automatic Vehicle Location (AVL)**
- **Automatic Vehicle Identification (AVI)**
- **Ground-Based Radio Navigation**
- **Cellular Geo-location**
- **Global Positioning System (GPS)**

# Automatic Vehicle Location - AVL



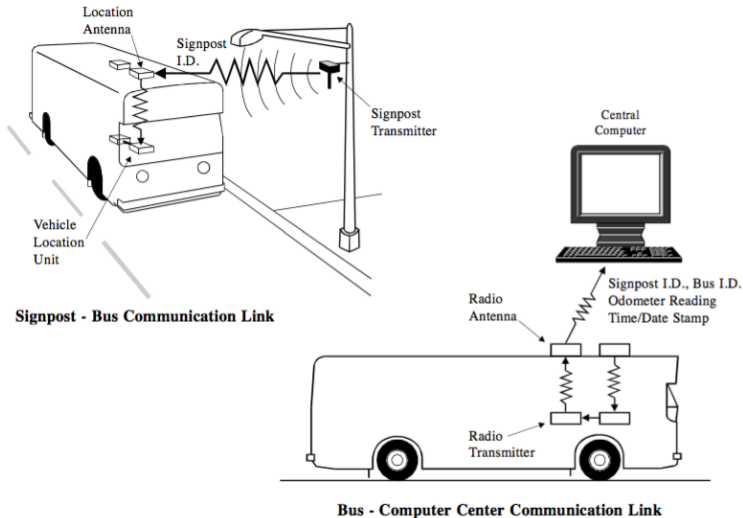
## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

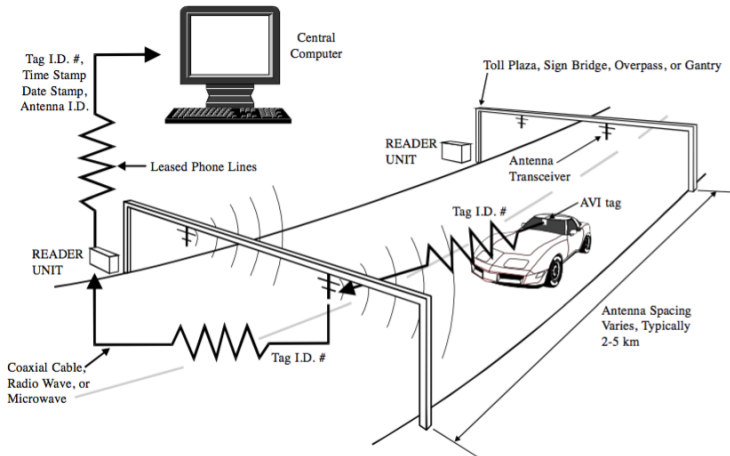
### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers



[Source: Traffic Data Collection Handbook]

# Automatic Vehicle Identification - AVI



[Source: Traffic Data Collection Handbook]



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập

### 3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

# Ground-Based Radio Navigation



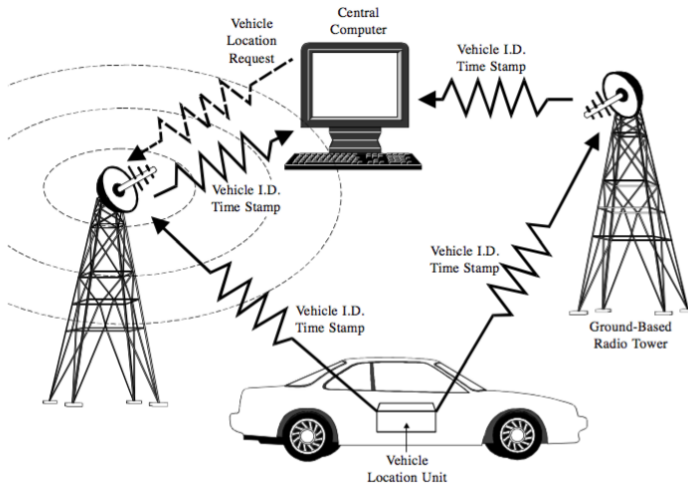
## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

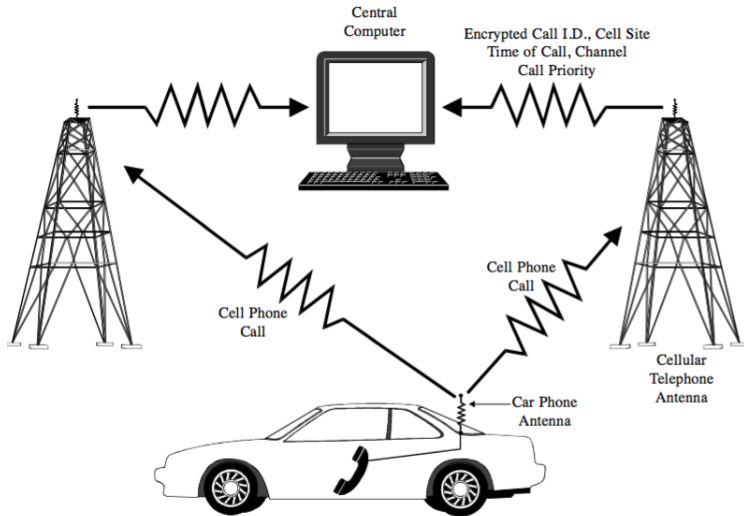
### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers



[Source: Traffic Data Collection Handbook]

# Cellular Geo-location



[Source: Traffic Data Collection Handbook]



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập

### 3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

# Global Positioning System - GPS



## Giới thiệu

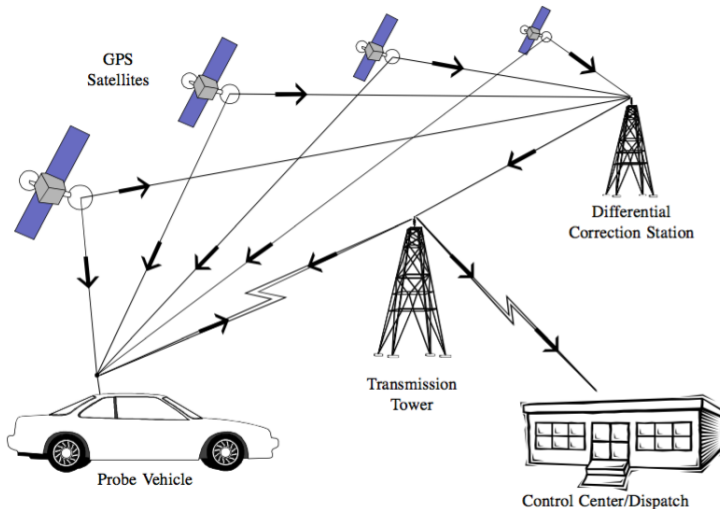
### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập

### 3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers



[Source: Traffic Data Collection Handbook]



## So sánh các kỹ thuật liên quan đến xe thăm dò

Technique	Costs				Data Accuracy	Constraints	Driver Recruitment
	Capital	Installation	Data Collection <sup>1</sup>	Data Reduction			
Signpost-Based Automatic Vehicle Location (AVL)	High	High	Low	High	Low <sup>2</sup>	No. of signpost sites, transit routes, and probes	None - uses transit vehicles
Automatic Vehicle Identification (AVI)	High	High	Low	Low	High	No. of antenna sites and tag distribution	Required - but can use toll patrons
Ground-Based Radio Navigation	Low	Low	Low	Low	Moderate	No. of probes and size of service area	Required
Cellular Geolocation	High	High	Low	Moderate	Low	No. of cell users and cell towers	None - uses current cellular users
Global Positioning System (GPS)	Low	Low	Low	Moderate	High <sup>2</sup>	No. of probes	Required - but can also use currently instrumented vehicles

Notes: <sup>1</sup> Assumes that all data collection software development has been completed.

<sup>2</sup> Unless passenger vehicles are included in the study, samples are composed of transit or commercial vehicles.

[Source: Traffic Data Collection Handbook]



Giới thiệu

Các phương pháp dò  
tìm

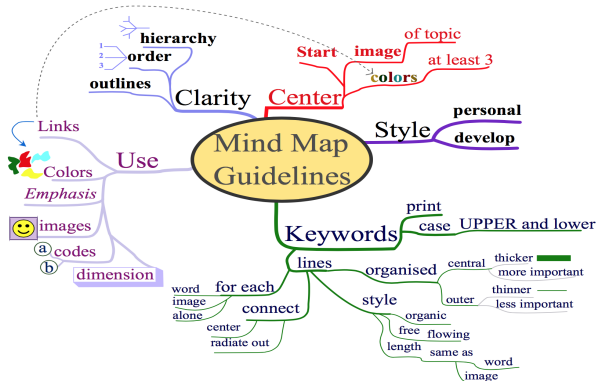
1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập

3. Kỹ thuật tách khỏi đường

Tính toán quan trắc  
giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

**Bài tập:** Vẽ sơ đồ MindMap tóm tắt các phương pháp dò tìm. So sánh ưu nhược điểm của các phương pháp dò?



Mindmap [Source: Wikipedia]



#### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

# Tính toán xử lý các giá trị liên quan đến thiết bị dò

# Tính toán xử lý các giá trị liên quan đến thiết bị dò



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

## 1 Tính toán/ước lượng với các thiết bị vòng từ

- Chiều dài xe, chiều dài trục xe
- Đếm xe, và tính lưu lượng
- Vận tốc xe
- Tỷ lệ thời gian choáng chỗ
- Mật độ giao thông

## 2 Sử dụng moving observers



#### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

## 1. Tính toán/ước lượng với các thiết bị vòng từ



#### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

# 1. Tính toán/ước lượng với các thiết bị vòng tử

## 1.1. Tỷ lệ thời gian choáng chỗ

## 1.1. Tỷ lệ thời gian choáng chỗ (Occupancy)



Giới thiệu

Các phương pháp dò  
tìm

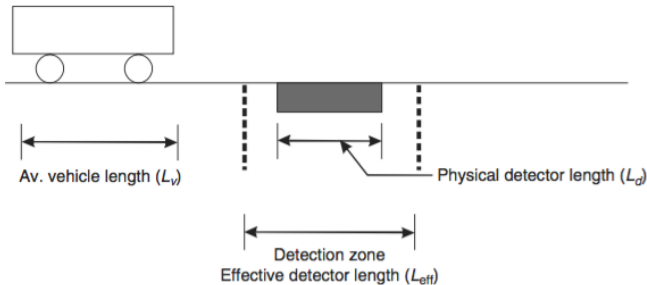
1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

Tính toán quan trắc  
giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

Các thông số chiều dài

- $L_{eff}$ : chiều dài có hiệu của thiết bị dò
- $L_v$ : chiều dài của xe



[Source: Lester et al. Freeway and Incident Mangement Systems]

# Tỷ lệ thời gian choáng chỗ (Occupancy)



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

- Đo được khi khi vòng tử hoạt động ở chế độ hiện diện
- Tỷ lệ thời gian choáng chỗ Occ là tỷ lệ của tổng thời gian mà thiết bị dò tìm bị choáng bởi các xe so với một khoảng thời gian xác định.

$$Occ = \frac{\sum \text{Thời gian thiết bị dò bị xe choáng chỗ}}{\text{Thời gian quan sát}}$$

- Giá trị này được dùng để tính toán mật độ



# Tính chiều dài xe



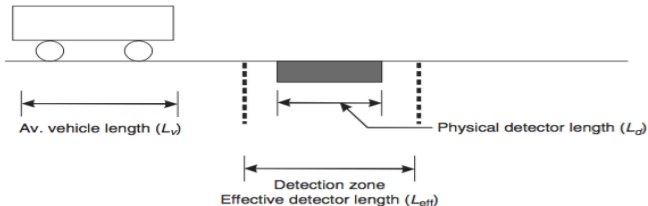
## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers



[Source: Lester et al. Freeway and Incident Mangement Systems]

- Tại sao cần tính chiều dài xe?

# Tính chiều dài xe



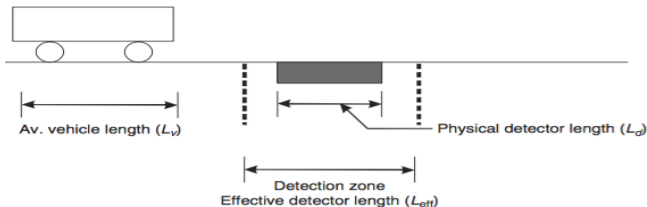
## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers



[Source: Lester et al. Freeway and Incident Mangement Systems]

- Tại sao cần tính chiều dài xe?
  - phân loại xe (xe tải nặng, kéo moóc,...) dựa trên chiều dài xe

## Tính chiều dài xe



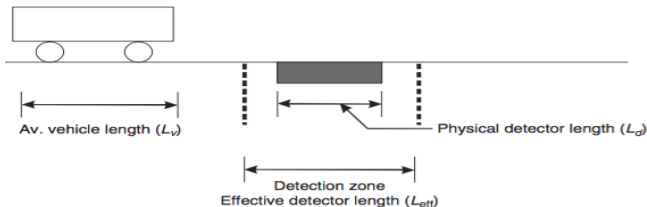
### Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers



[Source: Lester et al. Freeway and Incident Mangement Systems]

- Tại sao cần tính chiều dài xe?
  - phân loại xe (xe tải nặng, kéo moóc,...) dựa trên chiều dài xe
- Chiều dài của xe:

$$L_v = v * on - L_{eff}$$

- Trong đó:
  - $v$  : vận tốc xe (m/s)
  - $on$ : thời gian choáng chỗ trong thiết bị dò (s)
  - $L_{eff}$ : chiều dài có hiệu của thiết bị dò (m)

# Tính chiều dài xe



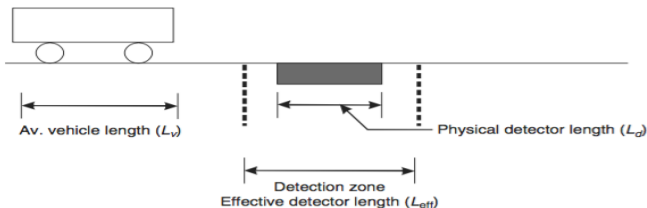
## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers



[Source: Lester et al. Freeway and Incident Mangement Systems]

- Tại sao cần tính chiều dài xe?
  - phân loại xe (xe tải nặng, kéo moóc,...) dựa trên chiều dài xe
- Chiều dài của xe:

$$L_v = v * on - L_{eff}$$

- Trong đó:
  - $v$  : vận tốc xe (m/s)
  - $on$ : thời gian choáng chỗ trong thiết bị dò (s)
  - $L_{eff}$ : chiều dài có hiệu của thiết bị dò (m)
- Vận tốc xe ( $v$ ) xác định như thế nào?



#### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

## Xác định và ước lượng vận tốc xe

# Xác định vận tốc dòng xe bằng vòng từ kép



## Giới thiệu

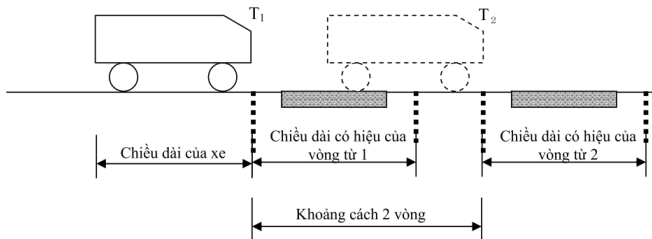
### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

- **Vòng từ kép:** bố trí hai vòng dây cách nhau một khoảng xác định và cùng nối vào 1 pull box



[Source: Bài giảng ITS - Văn Hồng Tấn]

- Vận tốc xe tính như thế nào?

# Xác định vận tốc dòng xe bằng vòng từ kép



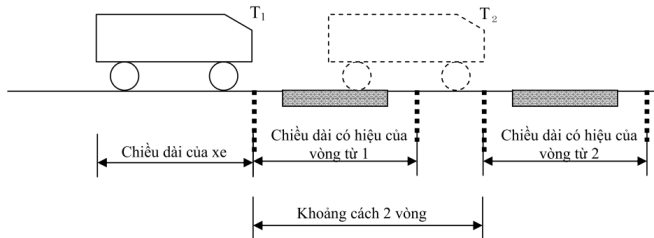
## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers



[Source: Bài giảng ITS - Văn Hồng Tấn]

- $T_1$ : thời điểm xe bị phát hiện bởi vòng từ 1
- $T_2$ : thời điểm xe bị phát hiện bởi vòng từ 2
- $D_{loop}$ : khoảng cách giữa hai vòng từ
- Vận tốc xe được tính:

$$v = \frac{D_{loop}}{T_2 - T_1}$$



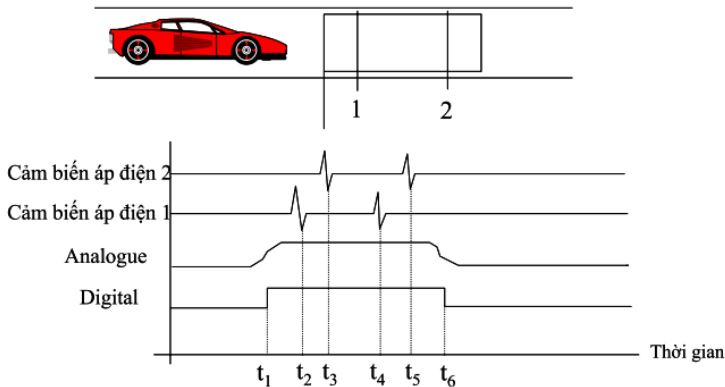
## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers



- Chiều dài có hiệu của vòng từ là 3m,
- Khoảng cách giữa hai cảm biến áp điện (1) và (2) là 1m.
- $t_6 = 7.1s$ ,  $t_5 = 6.8s$ ,  $t_4 = 6.5s$ ,  $t_3 = 6.1$ ,  $t_2 = 5.8s$ ,  $t_1 = 5.4s$
- Xác định: tốc độ xe, chiều dài xe, khoảng cách trục xe?





#### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

## 1.2 Ước lượng vận tốc dòng xe dùng vòng đơn Sử dụng thông số lưu lượng và thời gian choáng chỗ

## Lưu lượng (Flow Rates)



### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

- Định nghĩa: số phương tiện đếm được tại một điểm trong một đơn vị thời gian

$$q = \frac{N}{T}$$

$q$ : lưu lượng

$N$ : số lượng xe

$T$ : thời gian quan sát

- Thời gian quan  $T$  được tính bằng tổng *headway* cho mỗi phương tiện

$$T = \sum_i h_i$$

$$q = \frac{N}{\sum_i h_i} = \frac{1}{\frac{1}{N} \sum_i h_i} = \frac{1}{\bar{h}}$$

$\bar{h}$ : khoảng cách thời gian trung bình giữa các phương tiện

# Ước lượng vận tốc dòng xe theo lưu lượng



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

- Giả định các xe có cùng chiều dài và tổng chiều dài xe trung bình và chiều dài có hiệu của vòng tử là  $L_A$ , thì *tốc độ trung bình không gian*:

$$u_s \approx \frac{q \cdot L_A}{Occ}$$

$q$ : lưu lượng dòng xe

$Occ$ : tỉ lệ thời gian chiếm chỗ

- Chứng minh?



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

- Tốc độ tức thời của một phương tiện:

$$u_i = \frac{dx}{dt} = \lim_{(t_2 - t_1) \rightarrow 0} \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

- Tốc độ trung bình?

**Ví dụ:** Cho khoảng cách giữa hai điểm A và B là 20km. Một xe di chuyển với chiều A → B với vận tốc 80km/h và sau đó quay ngược lại với vận tốc 40km/h. Hỏi vận tốc trung bình của xe này?

## Tốc độ trung bình (Mean speeds)

**Ví dụ:** Cho khoảng cách giữa hai điểm A và B là 20km. Một xe di chuyển với chiều A → B với vận tốc 80km/h và sau đó quay ngược lại với vận tốc 40km/h. Hỏi vận tốc trung bình của xe này?

- **Time mean speed (TMS):** tốc độ trung bình theo thời gian

$$u_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n u_i$$

Ví dụ:

$$TMS = \frac{80 + 40}{2} = 60 \text{ km/h}$$

- **Space mean speed (SMS):** tốc độ trung bình theo không gian

$$u_s = \frac{L}{\sum_{i=1}^n \frac{t_i}{n}} = \frac{nL}{\sum_{i=1}^n t_i}$$

Ví dụ:

$$SMS = \frac{2 * 20}{0.25 + 0.5} = 53.3 \text{ km/h}$$



Giới thiệu

Các phương pháp dò  
tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

Tính toán quan trắc  
giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

- Liên hệ giữa TMS và SMS (Wardrop, 1952)

$$u_t = u_s + \frac{\delta_s^2}{u_s}$$

$\delta_s^2$ : phương sai với SMS

- Trong điều kiện không có tắc nghẽn,  $\delta_s^2$  là khá bé.
  - do phần lớn các phương tiện di chuyển với cùng vận tốc



#### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

## Tính mật độ giao thông dùng vòng tử

# Mật độ giao thông (density)



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

- Mật độ giao thông được tính dựa trên giá trị ước lượng chiều dài trung bình các xe và tỉ lệ thời gian choáng chỗ

$$k = \frac{Occ}{\overline{L_v} + L_{eff}}$$

$Occ$ : tỉ lệ thời gian choáng chỗ

$\overline{L_v}$ : chiều dài trung bình của các xe

$L_{eff}$ : chiều dài có hiệu của thiết bị dò



## Mật độ giao thông (density) - Ví dụ



### Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

**Ví dụ:** Các giá trị Occupancy và chiều dài trung bình xe của 3 làn xe đo đạt được như bảng sau. Chiều dài có hiệu của vòng tử là 2.4m. Xác định mật độ giao thông cho mỗi làn và cho cả đường.

	Occupancy (%)	Chiều dài xe trung bình (m)
Làn 1	22 %	6.1
Làn 2	15 %	5.5
Làn 3	12 %	4.9

## Mật độ giao thông (density) - Ví dụ



### Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

**Ví dụ:** Các giá trị Occupancy và chiều dài trung bình xe của 3 làn xe đo đạt được như bảng sau. Chiều dài có hiệu của vòng từ là 2.4m. Xác định mật độ giao thông cho mỗi làn và cho cả đường.

	Occupancy (%)	Chiều dài xe trung bình (m)
Làn 1	22 %	6.1
Làn 2	15 %	5.5
Làn 3	12 %	4.9

Làn 1: 26 xe/km; Làn 2: 19 xe/km; Làn 3: 16 xe/km  
Mật độ cả đường: 61 xe/km



#### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

## 2. Phương pháp sử dụng moving observers

# Trường hợp 1: Xe thăm dò đứng yên



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

- Giả sử xe thăm dò đứng yên và một dòng xe đang chuyển động. Nếu có  $N_o$  xe vượt qua xe thăm dò trong thời gian quan sát  $T$ , thì lưu lượng dòng quan sát sẽ là:

$$q = \frac{N_o}{T}$$

hay

$$N_o = q \cdot T$$

## Trường hợp 2: Xe thăm dò di chuyển, các xe khác đứng yên



### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

- Giả sử xe thăm dò di chuyển và toàn bộ các xe khác đứng yên. Nếu xe thăm dò di chuyển một quãng đường  $L$  trong thời gian  $T$  với vận tốc trung bình  $v_{obs}$  và vượt qua  $N_p$  xe, thì mật độ dòng xe là:

$$k = \frac{N_p}{L}$$

hay

$$N_p = k \cdot v_{obs} \cdot T$$

# Trường hợp thực tế: Xe thăm dò và dòng xe đều di chuyển



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

- Giả sử xe thăm dò di chuyển cùng dòng xe. Giả sử xe thăm dò di chuyển một quãng đường  $L$  trong thời gian  $T$  với vận tốc trung bình  $v_{obs}$  và vượt qua  $M_p$  xe và bị  $M_o$  xe vượt qua.
- Chênh lệch giữa  $M_o$  và  $M_p$  tùy thuộc vào vận tốc  $v_{obs}$

$$M = M_o - M_p = qT - kv_{obj}T$$

hay

$$\frac{M}{T} = q - kv_{obs}$$



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

$$\frac{M}{T} = q - kv_{obs}$$

- $M$ : chênh lệch giữa tổng số xe vượt và số xe bị vượt
- $T$ : thời gian quan sát
- $v_{obs}$ : vận tốc của xe thăm dò (lưu ý phân biệt với giá trị vận tốc của dòng xe)
- Tính  $q$  và  $k$  như thế nào?



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không thâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

Chạy hai lần quan sát, với hai vận tốc khác nhau

- **Lần 1:** Chạy cùng chiều (with) với dòng xe quan trắc, với vận tốc  $v_w$ , ta có phương trình:

$$\frac{M_w}{T_w} = q - kv_w \quad (1)$$

- **Lần 2:** Chạy ngược chiều (against) với dòng xe quan trắc, với vận tốc  $v_a$ , ta có phương trình:

$$\frac{M_a}{T_a} = q + kv_a \quad (2)$$





## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán quan trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng tử
2. Với moving observers

Giả định trong hai lần xe thăm dò chạy cùng một vận tốc ( $v_w = v_a = v_{obs}$ ) và hai khoảng thời gian quan sát như nhau ( $T_w = T_a = T_{obs}$ ).

- Ta có lưu lượng dòng xe:

$$q = \frac{M_w + M_a}{2T_{obs}} \quad (3)$$

- Mật độ:

$$k = \frac{M_a - M_w}{2T_{obs}v_{obs}} \quad (4)$$

## Thời gian di chuyển trung bình của các xe

Thời gian di chuyển trung bình  $T_{ave}$  của các xe trong dòng xe trên quãng đường  $L$  mà xe thăm dò đã đi:

- Ta có vận tốc trung bình của các xe trong dòng xe:

$$v_s = \frac{L}{T_{ave}} = \frac{\frac{M_w}{T_{ave}}}{\frac{M_w}{L}}$$

hay:

$$v_s = \frac{q}{k} \quad (5)$$

- Biến đổi công thức (1)

$$\frac{M_w}{T_w} = q - kv_w = q - \frac{q}{v_s} v_w = q - \frac{q}{\frac{L}{T_{ave}}} \frac{L}{T_w}$$

$$\frac{M_w}{T_w} = q - q \frac{T_{ave}}{T_w}$$

$$T_{ave} = T_w - \frac{M_w}{q} \quad (6)$$



### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

- Kỹ thuật xâm nhập
- Kỹ thuật không thăm nhập
- Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

- Với thiết bị vòng từ
- Với moving observers

- Để đảm bảo độ tin cậy thống kê, xe thăm dò sẽ chạy một số lượt ( $\sim$  hơn 6), và kết quả **trung bình** sẽ được sử dụng để tính toán. Cần xem xét thêm **độ lệch chuẩn** của mẫu trước khi quyết định dùng kết quả khảo sát để tính toán.
- Các dòng xe tách dòng hoặc nhập dòng sẽ làm sai kết quả quan trắc. Do vậy, tuyến đường khảo sát cần tránh các giao lộ lớn (uninterrupted flow).
- Phương pháp này ít sử dụng cho đường phố chính đô thị mà thường sử dụng cho những đường ngoài đô thị chưa có hệ thống quan trắc tự động.



## Giới thiệu

### Các phương pháp dò tìm

1. Kỹ thuật xâm nhập
2. Kỹ thuật không xâm nhập
3. Kỹ thuật tách khỏi đường

### Tính toán giao trắc giao thông

1. Với thiết bị vòng từ
2. Với moving observers

## Bài tập

Một xe quan trắc di chuyển 0.8 km đoạn đường quan trắc, có dòng xe liên tục. Xe di chuyển với vận tốc tương đối đều, trung bình là 32 km/h. Khi di chuyển, xe thăm dò quan sát thấy có  $M_p$  xe bị vượt bởi xe thăm dò, số xe vượt xe thăm dò  $M_o$ . Trong cùng thời gian đó, thông tin từ một xe quan trắc khác đi cùng vận tốc theo chiều ngược lại đếm được có  $M_a$  xe đối diện. Thời gian quan trắc được ghi lại bảng sau:

Thời gian	$M_a$	$M_o$	$M_p$
08:00-09:00	107	10	74
09:00-10:00	113	25	41
10:00-11:00	30	15	5
11:00-12:00	79	18	9

- Xác định tình trạng dòng xe của các thời đoạn
- Giả định quan hệ giữa tốc độ và mật độ là tuyến tính, xác định tốc độ trung bình của dòng tự do, mật độ dòng bão hòa, và vẽ đường quan hệ v-k, q-k
- Ước lượng năng lực thông hành của đường  $q_{max}$



### Giới thiệu

#### Các phương pháp dò tìm

- Kỹ thuật xâm nhập
- Kỹ thuật không thăm nhập
- Kỹ thuật tách khỏi đường

#### Tính toán quan trắc giao thông

- Với thiết bị vòng từ
- Với moving observers