



Факультет робототехнических и интеллектуальных систем

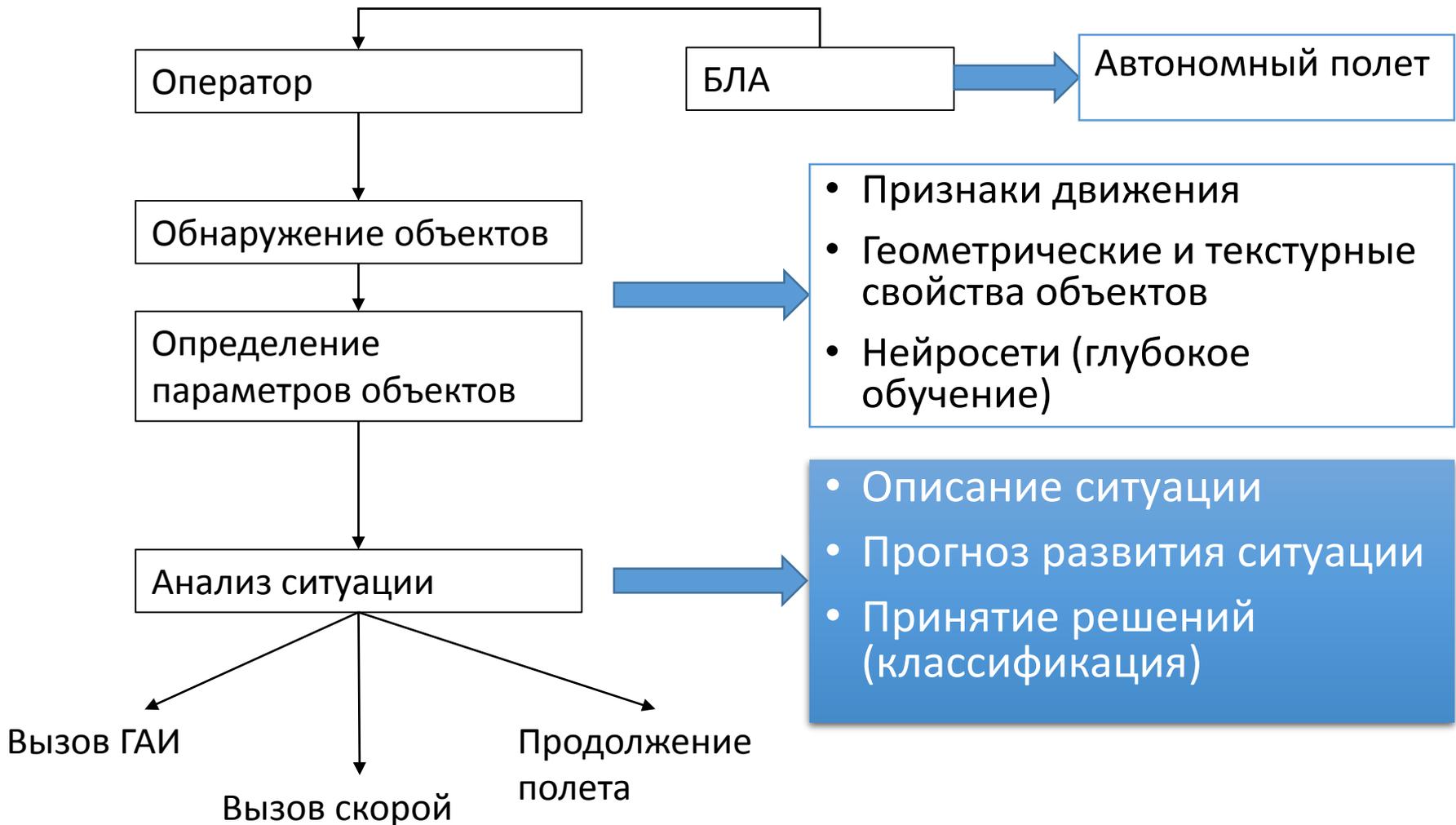
КЛАССИФИКАЦИЯ ДОРОЖНЫХ СИТУАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Ким Н.В., Бодунков Н.Е., Прохоров П.Д.

МАИ 2016 г.

Анализ дорожной ситуации

видеопоток

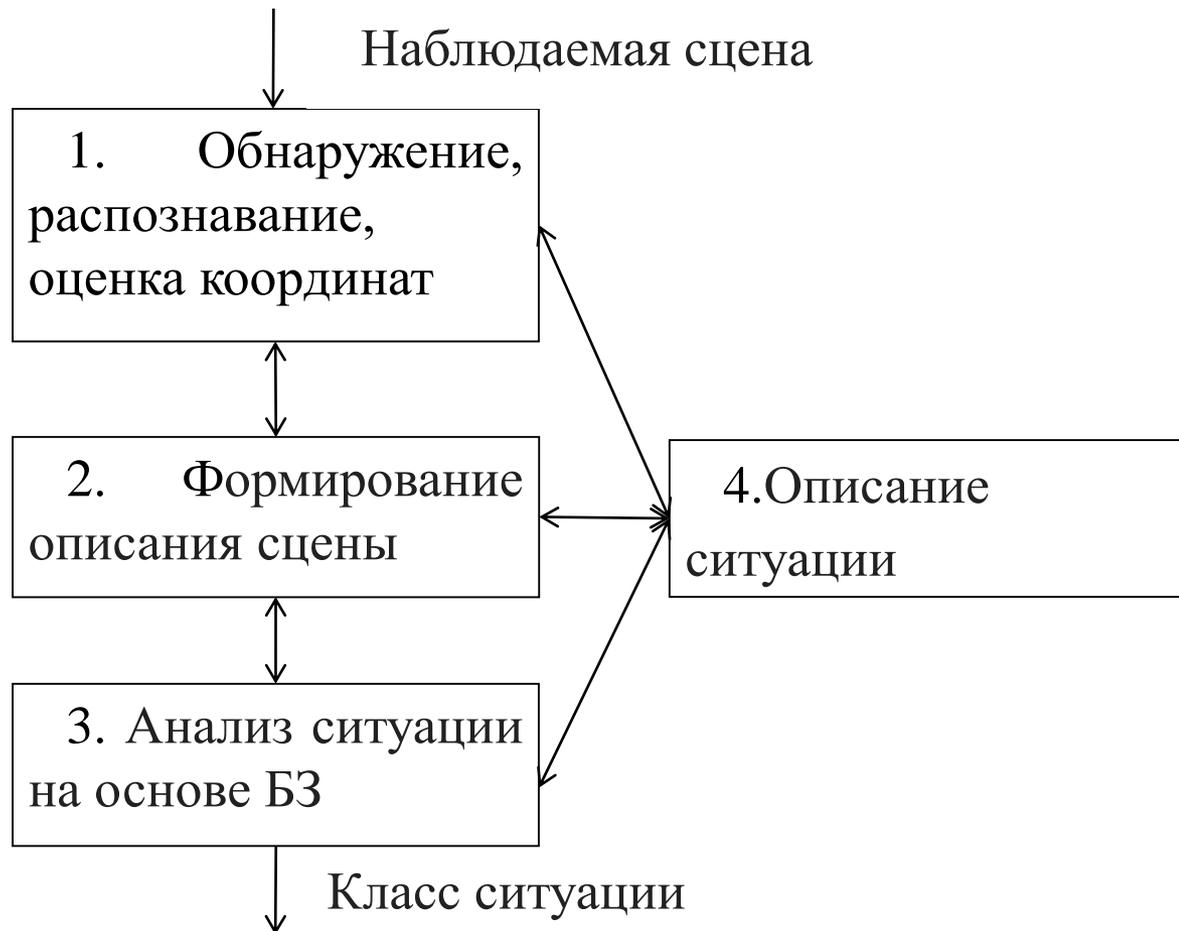


Сценарий организации мониторинга дорожного движения СТЗ автономного БЛА

1. **Штатный режим** - обнаружение (распознавание) транспортных средств и оценка параметров их движения;
2. **Возникновение особой ситуации (например, столкновения транспортных средств)** - обнаружение факта столкновения или его последствий;
3. **После определения местоположения особой ситуации** - проведение предварительной классификации;
4. **В соответствии с классом ситуации** передача информации оператору, требуемую ему для принятия решений по ликвидации ее последствий. Например, вызов службы спасения (или службы безопасности движения).

Цель: разработка методики классификации (распознавания) дорожных ситуаций на основе анализа наблюдаемой сцены

Алгоритм классификации ситуаций



Основные этапы разработки:

1. Формирование алфавита классов ситуаций;
2. Формирования словаря признаков (для СТЗ - визуальных);
3. Описание классов на языке признаков
4. Выбор и реализация алгоритмов классификации

Для описания каждого класса используются:

1. Базы данных (БД);
2. Базы знаний (БЗ);
3. Описания (моделей):
 - целевой задачи (ЦЗ),
 - ситуации;
 - изменяемых признаков объектов;
 - условий наблюдения.

Классы дорожных ситуаций

Дорожные ситуации подразделяются на 5 классов:

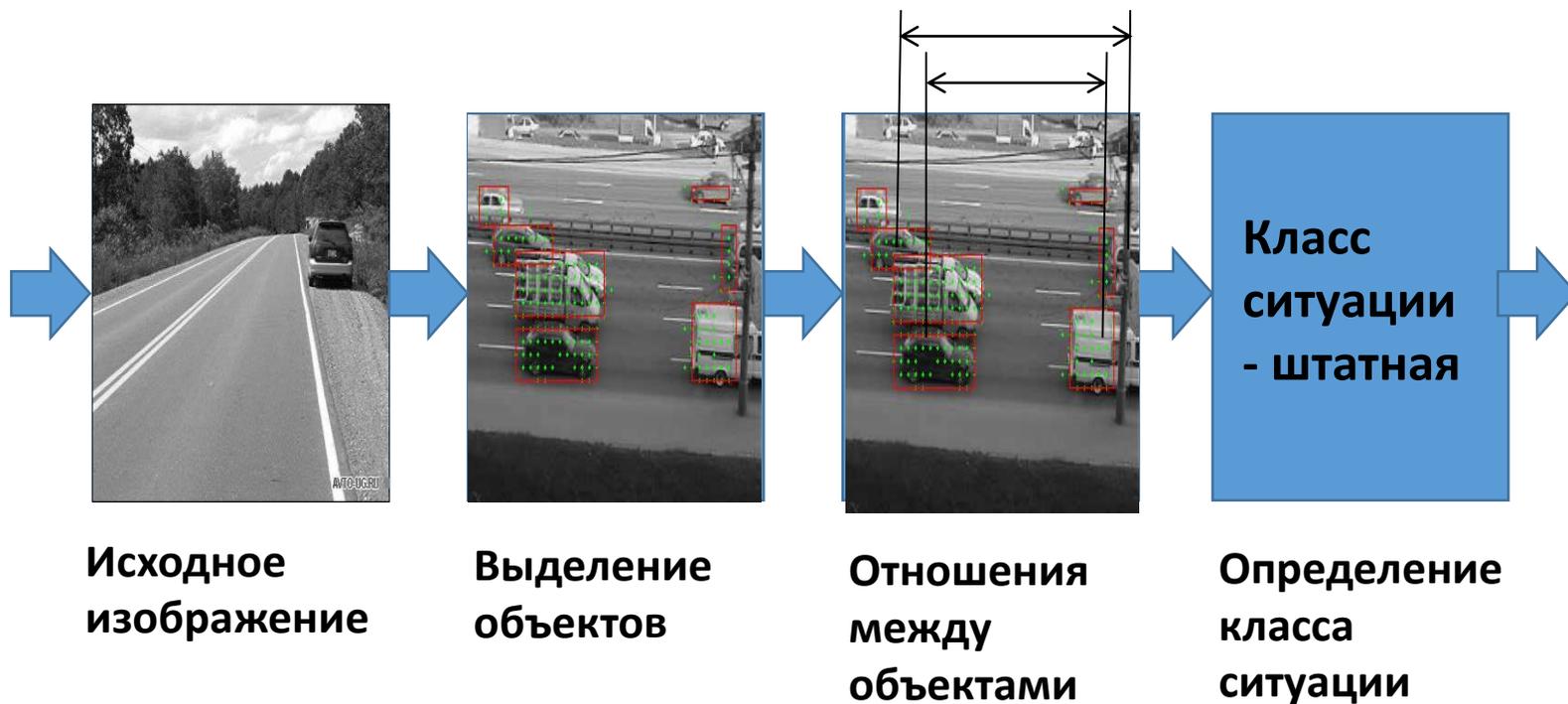
- Класс **x1** - штатная ситуация;
- Классы **x2, x3, x4, x5** – ОС, ухудшающие пропускную способность:

Класс	Последствия	Управления
x2	без потерь	
x3	малые потери	ГАИ
x4	существенные потери	Техпомощь
x5	катастрофическая ОС	Мед. помощь

Анализ ситуации

- формирование описаний объектов и межобъектных отношений, существенных для выполнения поставленной ЦЗ.

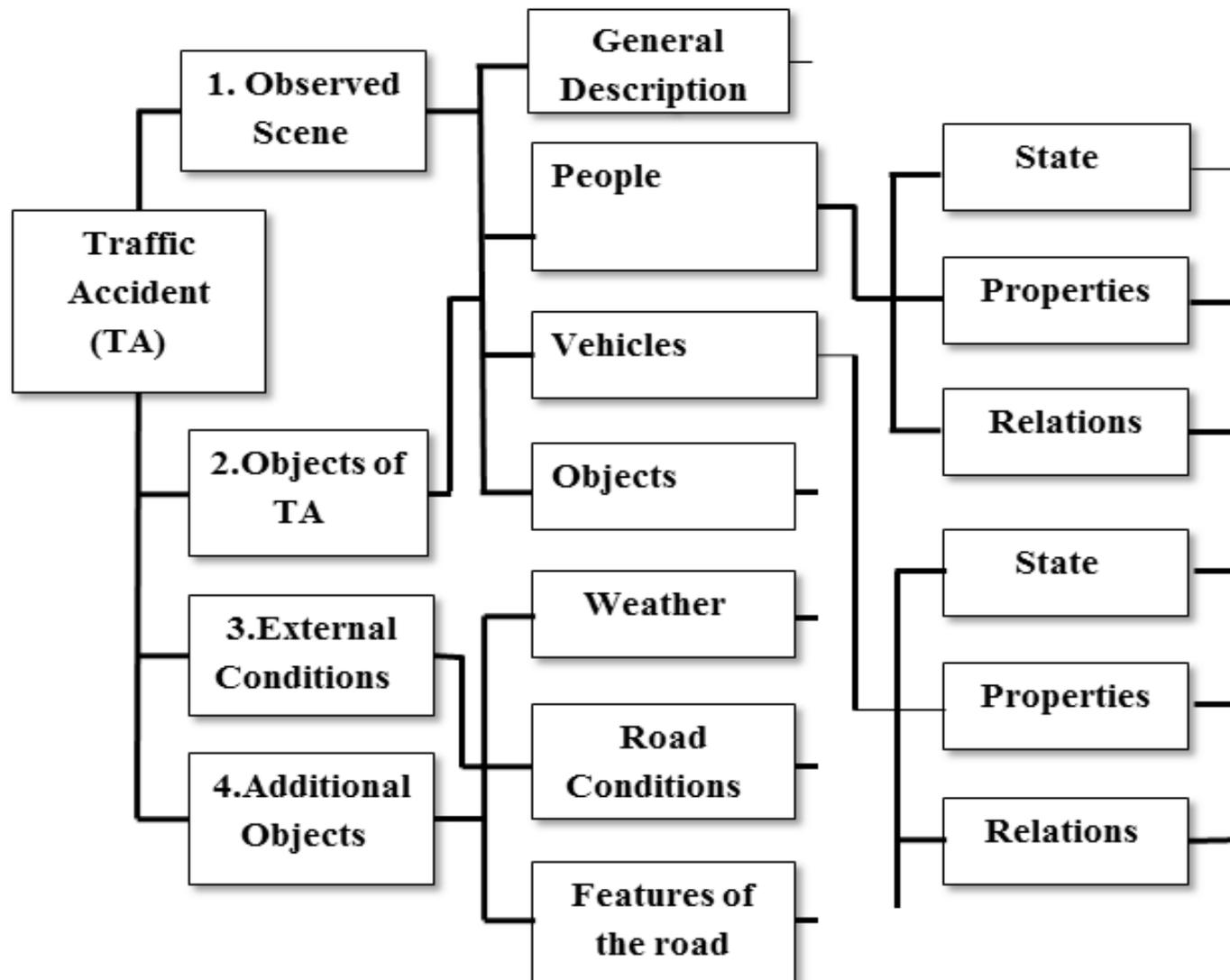
Описания различного уровня



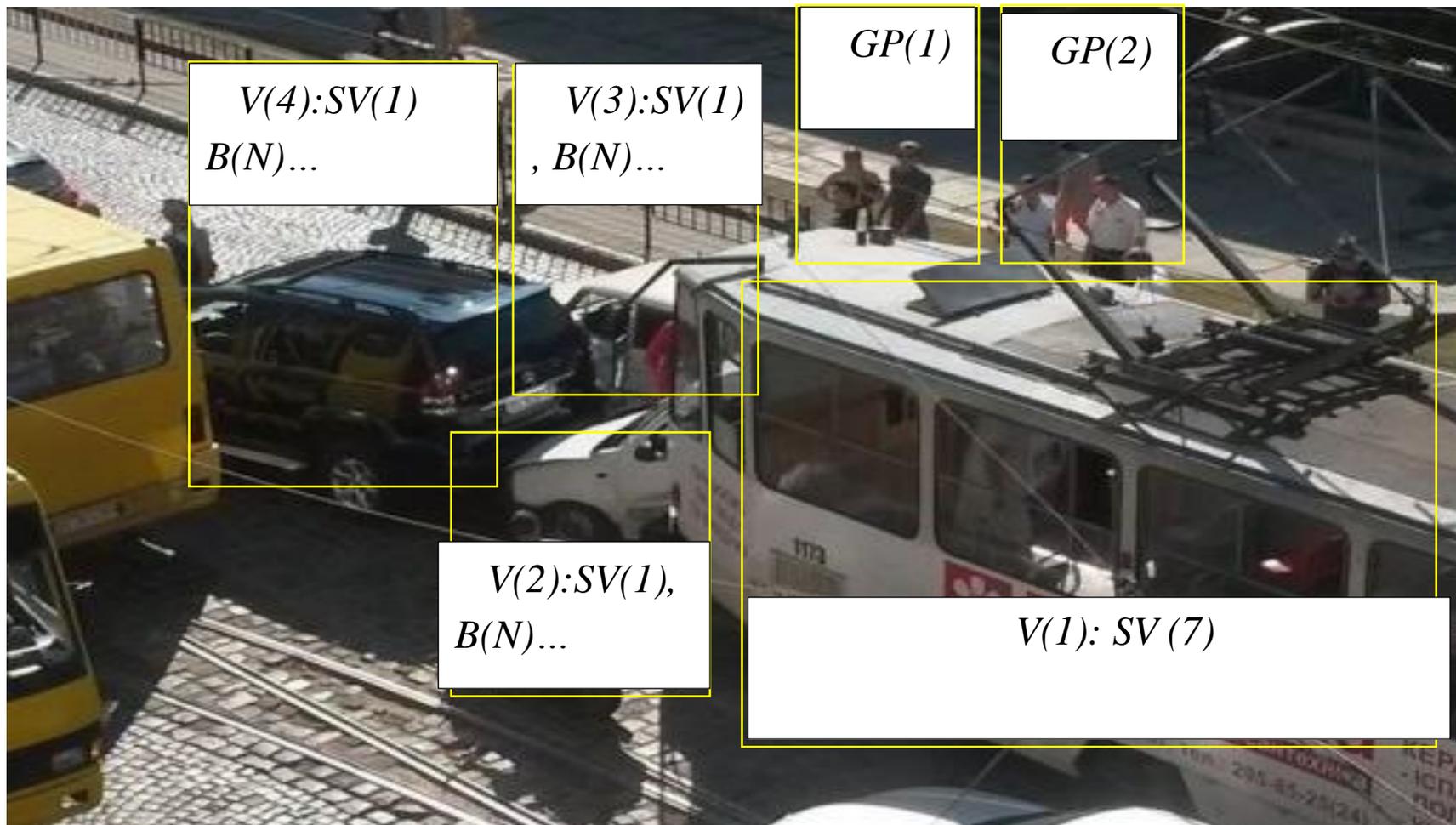
Структура описания

- Общее состояние наблюдаемой сцены (*Observed Scene*)
- Описания объектов интереса (*Objects of TA*)
- Описание внешних условий (*External Condition*)
- Описание объектов, косвенно влияющих на сцену (*Additional Objects*)

Описание дорожной ситуации



Пример описания наблюдаемой сцены



Фрагмент описания наблюдаемой сцены

“Observed Scene”:

(FN(5777);TD(16-00);RN(3444);FD(7));

“Objects of TA”:

General Description: State: (SP(8)^SV(6)^R(1));

People: P(1): (State: PC(x:…; y:…)… ; SP(0)^B(N)^…);

P(2): (State: PC(x:…; y:…)… ; SP(0)^ B(N)^…);…

Relations: GP(P(1) ^ P(2)): (B(N) ^St());

GP(P(3) ^ P(4) ^ P(5)): (B(N)^St());…

Vehicles: V(1): (State: PC(x:…; y:…)… ;SV(7)^ B(N)^D(R:1));

V(2): (State: PC(x:…; y:…)… ; SV(1)^ B(Un) ^D(R:7)); …

Relations: GV(V(1)^V(2)): (D(1)^L(0));..

“External Conditions”:

Weather: (Wm); **Road Conditions:** ((Dr); Visibility(3); …);

Примеры правил из БЗ

№	Условие	Класс ситуации
1	ТС(автомобиль) находятся неподвижно на проезжей части дороги и далее дорога свободна	ДТП, класс ситуации x_2 или x_3 или x_4 или x_5
2	ТС стоят вплотную на проезжей части дороги	класс ситуации x_1 или x_2 , или x_3 или x_4 или x_5
3	Состояние ТС– нормальное (нет видимых повреждений)	класс ситуации x_1 , или x_2 , или x_3
4	Состояние ТС – не нормальное (есть видимые повреждения)	класс ситуации x_3 или x_4 , или x_5
5	Два ТС стоят вплотную и перпендикулярно друг к другу	ДТП, класс ситуации x_4 или x_5
6	ДТП и одно из ТС повышенной опасности (трамвай)	класс ситуации x_4 или x_5
7	Достоверности x_n и x_m близки и $m \geq n$	класс ситуации x_m

5: If (D(1)[^]L(0)) then x_4 , x_5 ;

Классификация ситуаций

if $\mu_{A1} \cap \mu_{A2} \dots \mu_{AN}$ ***then*** $C = x_i$,

где A_1, \dots, A_N – нечеткие утверждения (например, «поведение людей нормальное», «повреждения автомобилей не видны»), μ_{AN} – достоверность нечеткого утверждения, C – вывод правила (например, вывод о возможном классе ситуации).

Достоверность класса ситуации x_i

$$p_{xi} = \sum_{l=1}^L \min(\mu_{A1}, \mu_{A2}, \dots, \mu_{AN}).$$

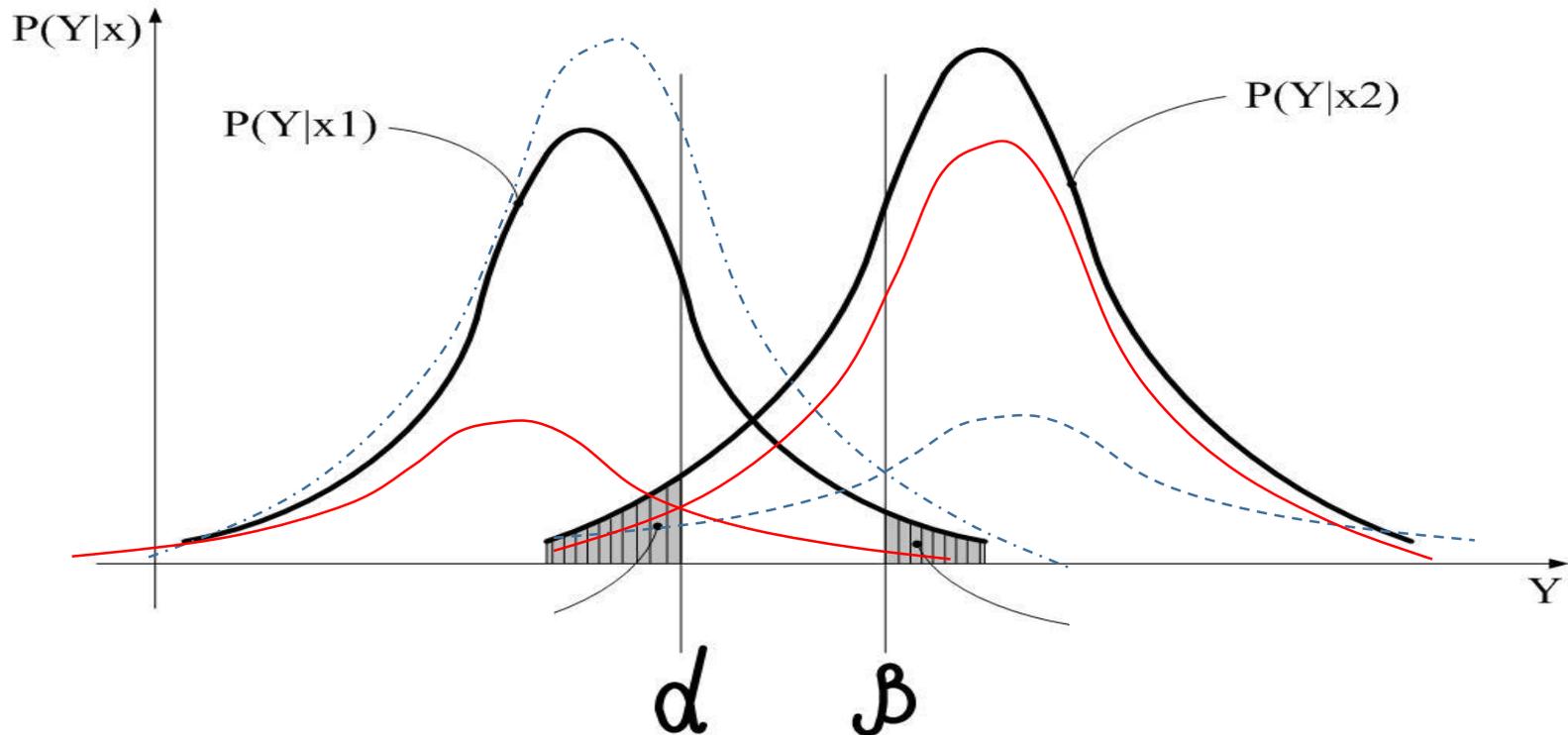
Пример:

$$p_{l2} = 1; p_{l5} = 0.9; p_{l6} = 0.9; \Rightarrow p_{x4} = 2.8; p_{x5} = 2.8$$

Классификация ситуаций по критерию Байеса

$$\lambda_0 = R_{mn} P(x_n) / R_{nm} P(x_m) \leq \lambda = p(Y/x_1) / p(Y/x_2).$$

Изменения решений при различных значениях R_{mn} и $P(x_n)$



Примеры классификации ситуации

Основная сложность использования критерия Байеса состоит в **определении исходных значений** априорных вероятностей и потерь.

В качестве примера примем:

Вариант 1

- $P(x_2) = 0.1; P(x_3) = 0.9; R_{m1} = R_{1m} = 1.$

Ситуация соответствует классу x_3

Вариант 2

- $P(x_2) = 0,8; P(x_3) = 0.2; R_{m1} = R_{1m} = 1.$

Ситуация соответствует классу x_2

Выводы

1. Автоматическая классификация возникающих дорожных ситуаций может существенно повысить эффективность мониторинга дорожного движения с помощью БЛА;
2. Алфавит классов ситуаций должен соответствовать доступному набору стратегий управления. В рассматриваемом случае алфавит включает 5 классов;
3. Методика разработки системы распознавания ситуаций (СРС) аналогична разработке системы распознавания объектов;
4. Распознавание классов ситуаций может производиться с помощью статистических критериев, учитывающих возможные потери распознавания.