

# ЛЕКЦИЯ 8. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ

Демидов Д.В.

Обработка аудиовизуальной информации  
Бакалавры, 6 семестр. Магистры, 9 семестр

# План лекции

2

- Структурный анализ
  - ▣ Язык PDL

3

# Структурный анализ

Picture Description Language

# Структурные методы анализа

4

- Структурные методы анализа текстурных областей изображений основаны на том, что текстура состоит из регулярно или почти регулярно повторяющейся совокупности хорошо разделяемых примитивов (**микротекстуры**), которые расположены согласно некоторому правилу размещения и иерархически объединяются в пространственные упорядоченные структуры (**макротекстуры**).
- Под структурным описанием понимают текстуру как множество примитивных **текстелов**, расположенных в некотором регулярном или повторяющемся порядке.
- Для описания текстуры структурными методами необходимо определить примитивы и правила их объединения. Структурные методы хорошо подходят для анализа регулярных текстур, состоящих из простых регулярных примитивов.

# Структурные методы анализа(2)

5

- Как только элементы текстуры идентифицированы, возможно применение двух основных подходов к анализу текстуры.
  - ▣ При первом подходе вычисляют статистические признаки извлеченных элементов текстуры и используют их как элементарные текстурные признаки.
  - ▣ При втором подходе необходимо выделить принцип расположения примитивов, который описывает текстуру. Последний подход может включать в себя геометрический или синтаксический методы анализа текстуры, например анализ диаграмм полигонов Вороного.

# Picture Description Language

6

- Основная идея: строго специфицировать алгебру описания произвольных графических изображений на основе конечного множества графических примитивов и грамматики, порождающей (распознающей) все нужные изображения и только их.

# Примитивы

7

- **Примитивы** — терминальные символы грамматики описания изображений — выбираются в зависимости от предметной области.
- Любой терминал определяется как объект с двумя выделенными точками — точкой начала (tail) и точкой конца (head).
- Любое изображение может быть представлено графом его примитивов, каждый из которых задается своим списком атрибутов:

PRIMITIVECLASS = (<NAME>, <спецификация tail>, <спецификация head>, <атрибут-1>, <атрибут-2>, ...<атрибут-N>)

- Допускается использование «пустых» (невидимых) примитивов, которые могут использоваться для связи отдельных фрагментов изображения или спецификации геометрических отношений между ними.
- Примитив  $\lambda$  (**null point**): хвост (tail) и голова (head) совпадают. Этот примитив представляет в графе помеченный узел (node).

# Синтаксис языка PDL

8

- Правила грамматики:
  - ▣  $S \rightarrow p \mid (S \Theta S) \mid (\sim S) \mid (\neg S) \mid T(\omega) S \mid S \iota$
  - ▣  $\Theta \rightarrow + \mid \times \mid - \mid * \mid \sim$
  - ▣  $p$  – примитивы
  - ▣  $\{+, \times, -, *\}$  – бинарные операторы конкатенации
  - ▣  $\{\sim, \neg, T(\omega)\}$  – унарные операторы
  - ▣  $\iota$  – пометки в графе.



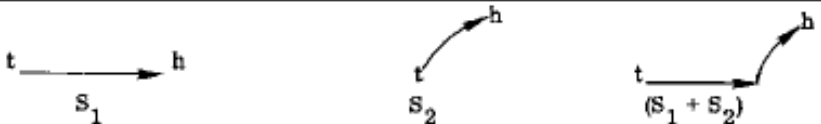
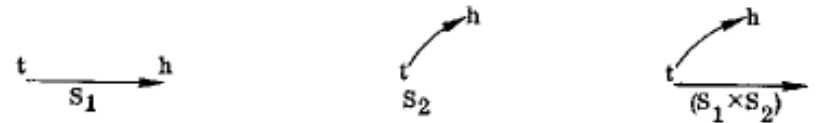
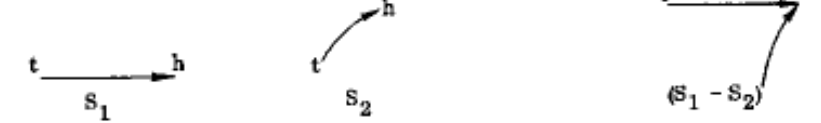
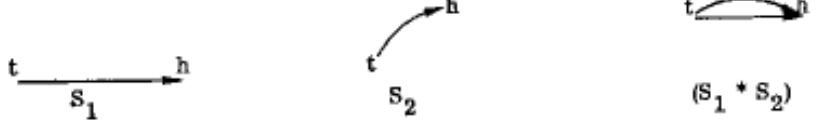
# Операторы PDL

9

- Все бинарные операторы конкатенации определяются следующим образом:
  - ▣  $\text{Tail}((S1 \theta S2)) = \text{Tail}(S1)$
  - ▣  $\text{Head}((S1 \theta S2)) = \text{Head}(S2)$
  - ▣ Где  $\theta \in \{+, \times, *, \sim\}$
- Унарные операторы:
  - ▣  $T(\omega)$  – используется для аффинных преобразований примитивов и/или классов примитивов;
  - ▣ «ι» – для присваивания меток объектам в графе изображения.

# Семантика PDL

10

№	Оператор	Семантика оператора
1.	$(S_1 + S_2)$	
2.	$(S_1 \times S_2)$	
3.	$(S_1 - S_2)$	
4.	$(S_1 * S_2)$	
5.	$(S_1 \sim S_2)$	$\equiv (S_1 + (\sim S_2))$ для бинарного оператора « $\sim$ »
6.	$(\sim S_2)$	<p><b>Tail</b> <math>((\sim S)) = \text{Head } (S)</math></p> <p><b>Head</b> <math>((\sim S)) = \text{Tail } (S)</math></p>
7.	$(\neg S)$	<p><b>Head</b> <math>(\neg S) = \text{Head } (S)</math></p> <p><b>Tail</b> <math>(\neg S) = \text{Tail } (S)</math></p>

# Эквивалентность структур в PDL

11

- Эквивалентность структур  $S1$  и  $S2$  определяется следующим образом:
  - ▣  $S1$  слабо эквивалентен  $S2$  ( $S1 \equiv_w S2$ ), если существует изоморфизм между графами  $S1$  и  $S2$  такой, что их соответствующие дуги имеют одинаковые имена.
  - ▣  $S1$  эквивалентен  $S2$  ( $S1 \equiv S2$ ), если
    - $S1 \equiv_w S2$  и дополнительно
    - $\text{Tail}(S1) = \text{Tail}(S2)$  и
    - $\text{Head}(S1) = \text{Head}(S2)$ .

# Алгебраические свойства операторов в PDL

12

- Ассоциативность бинарных операторов
  - ▣  $((S1 + S2) + S3) \equiv (S1 + (S2 + S3))$
  - ▣  $((S1 \times S2) \times S3) \equiv (S1 \times (S2 \times S3))$
  - ▣  $((S1 - S2) - S3) \equiv (S1 - (S2 - S3))$
  - ▣  $((S1 * S2) * S3) \equiv (S1 * (S2 * S3))$
- Коммутативность оператора  $*$ 
  - ▣  $(S1 * S2) \equiv (S2 * S1)$
- Слабая коммутативность операторов  $\times$  и  $-$ 
  - ▣  $(S1 \times S2) \equiv_w (S2 \times S1)$
  - ▣  $(S1 - S2) \equiv_w (S2 - S1)$

# Алгебраические свойства операторов в PDL

## (2)

13

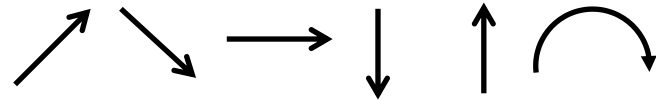
- Стандартные правила булевой алгебры для оператора  $\sim$ 
  - $(\sim(S1 + S2)) \equiv ((\sim S2) + (\sim S1))$
  - $(\sim(S1 * S2)) \equiv ((\sim S2) * (\sim S1))$
- Правило де Моргана для оператора  $\sim$  по отношению к операторам  $\times$  и  $-$ 
  - $(\sim(S1 \times S2)) \equiv ((\sim S2) - (\sim S1))$
  - $(\sim(S1 - S2)) \equiv ((\sim S2) \times (\sim S1))$
- Правила преобразования «пустых» примитивов
  - $(S \theta \lambda) \equiv (\lambda \theta S), \theta \in \{+, \times, -, *\}$
  - $(S \phi \lambda) \equiv S, \phi \in \{+, \times, -\}$
  - $(\sim \lambda) \equiv \lambda$
  - $(\lambda \theta \lambda) = \lambda$

# Примеры описаний на PDL

14

- Определим 6 терминальных символов (примитивов)

- $p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6$ :



- «Дом с круглой крышей»:

- $H \rightarrow ((p_6 * p_3) * ((p_4 + p_3) + p_5))$

- «Дом с треугольной крышей»:

- $H \rightarrow (((p_1 + p_2) * p_3) * ((p_4 + p_3) + p_5))$

- Класс «дом»:

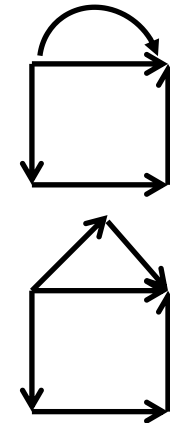
- $H \rightarrow (R * B)$

- $R \rightarrow R_1 \mid R_2$

- $R_1 \rightarrow ((p_1 + p_2) * p_3)$

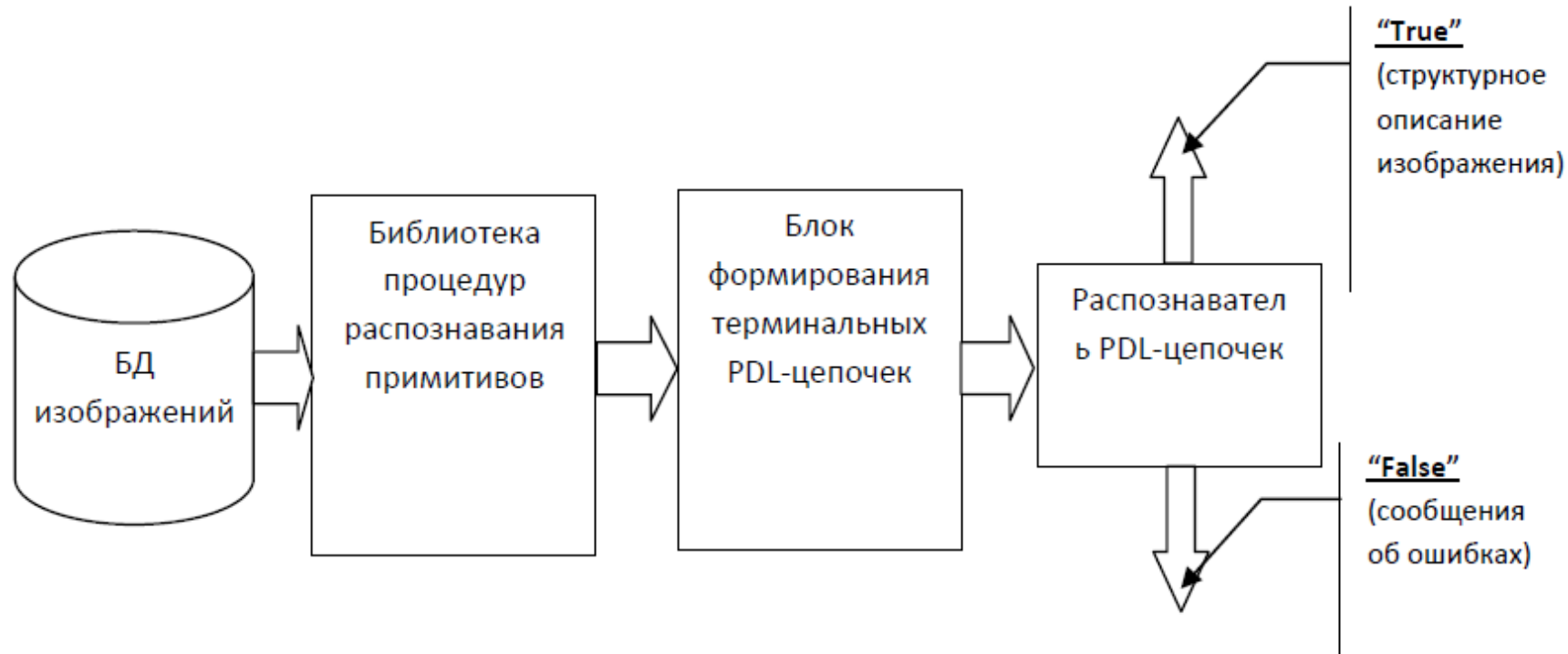
- $R_2 \rightarrow (p_6 * p_3)$

- $B \rightarrow ((p_4 + p_3) + p_5)$



# Общая схема распознавания изображений, описанных на PDL

15



- Блок формирования терминальных PDL-цепочек обеспечивает символьное представление изображений. В зависимости от типа грамматики распознавания изображений этот блок реализуется конечным автоматом, МП-автоматом или распознавателем расширенных сетей переходов Вудса.
- В случае успешного распознавания формируется дерево грамматического разбора входной PDL-строки.

# Что почитать

16

- Shaw A.: A Formal Picture Description Scheme as a Basis // Information and control 14, 9–52 (1969)
- Pizer S. M., Amburn E. P., Austin J. D., et al.: Adaptive Histogram Equalization and Its Variations. Computer Vision, Graphics, and Image Processing 39 (1987) 355-368.
- Zuiderveld K.: Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization. In: P. Heckbert: Graphics Gems IV, Academic Press 1994.
- Sund T., Møystad A.: Sliding window adaptive histogram equalization of intra-oral radiographs: effect on diagnostic quality. Dentomaxillofac Radiol. 2006 May; 35(3):133-8.
- Kumar et al.: Image Contrast Enhancement using DWT-SVD based Masking Technique, 2017.
- Хорошевский В. Ф. Об одном методе семантической интерпретации паттернов данных на основе структурного подхода : препринт WP7/2012/08 [Текст] / В. Ф. Хорошевский; НИУ «Высшая школа экономики». — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2012.
- Фисенко В.Т., Фисенко Т.Ю. Компьютерная обработка и распознавание изображений: учеб. пособие. — СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. — 192 с.
- Рубис, Визильтер et al. Морфологическая фильтрация изображений на основе взаимного контрастирования '2016.
- Дмитриев, Бауков. Разработка алгоритма улучшения контраста видеоизображений '2023.
- Борисова И. Цифровые методы обработки информации. ISBN: 978-5-7782-2448-3
- Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. Издание 3-е, исправленное и дополненное. Москва: Техносфера, 2012. — 1104 с.
- Журавель И.М. Краткий курс теории обработки изображений, 1999 [Электронный ресурс]  
<http://matlab.exponenta.ru/imageprocess/book2/index.php>