

Ин. яз. им. М. Тореза

Новые информационные технологии в лингвистике

*Харламов
Александр Александрович*

Новые информационные технологии в лингвистике

*Лекция № 3а. Экспертная система
Hearsay II – система распознавания
речи*

Система Hearsay-II

- Разработана в рамках проекта DARPA
- Система Hearsay-II была разработана в университете Карнеги-Меллона с целью распознавания связной речи на словаре 1000 слов

Система Hearsay-II

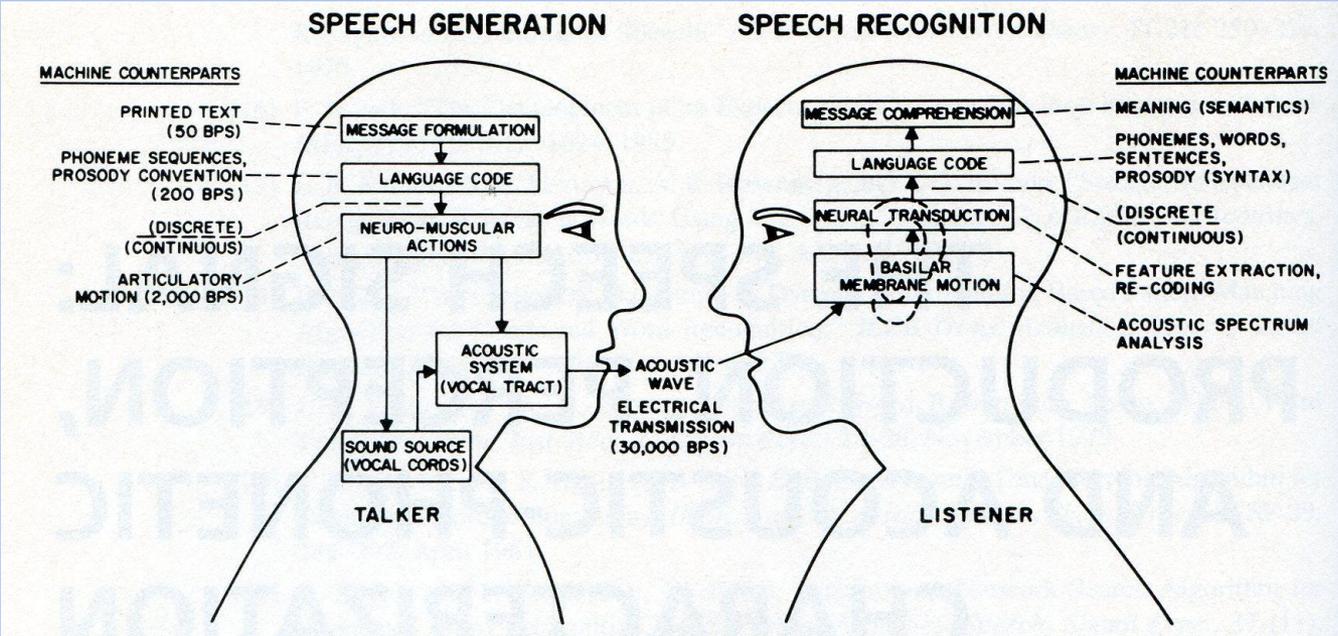
- Это экспертная система, разработанная с целью показать возможности решения специфических проблем понимания речи
- А также возможности координации независимых процессов в рамках кооперативного поведения, направленного на решение проблем

Система Hearsay-II

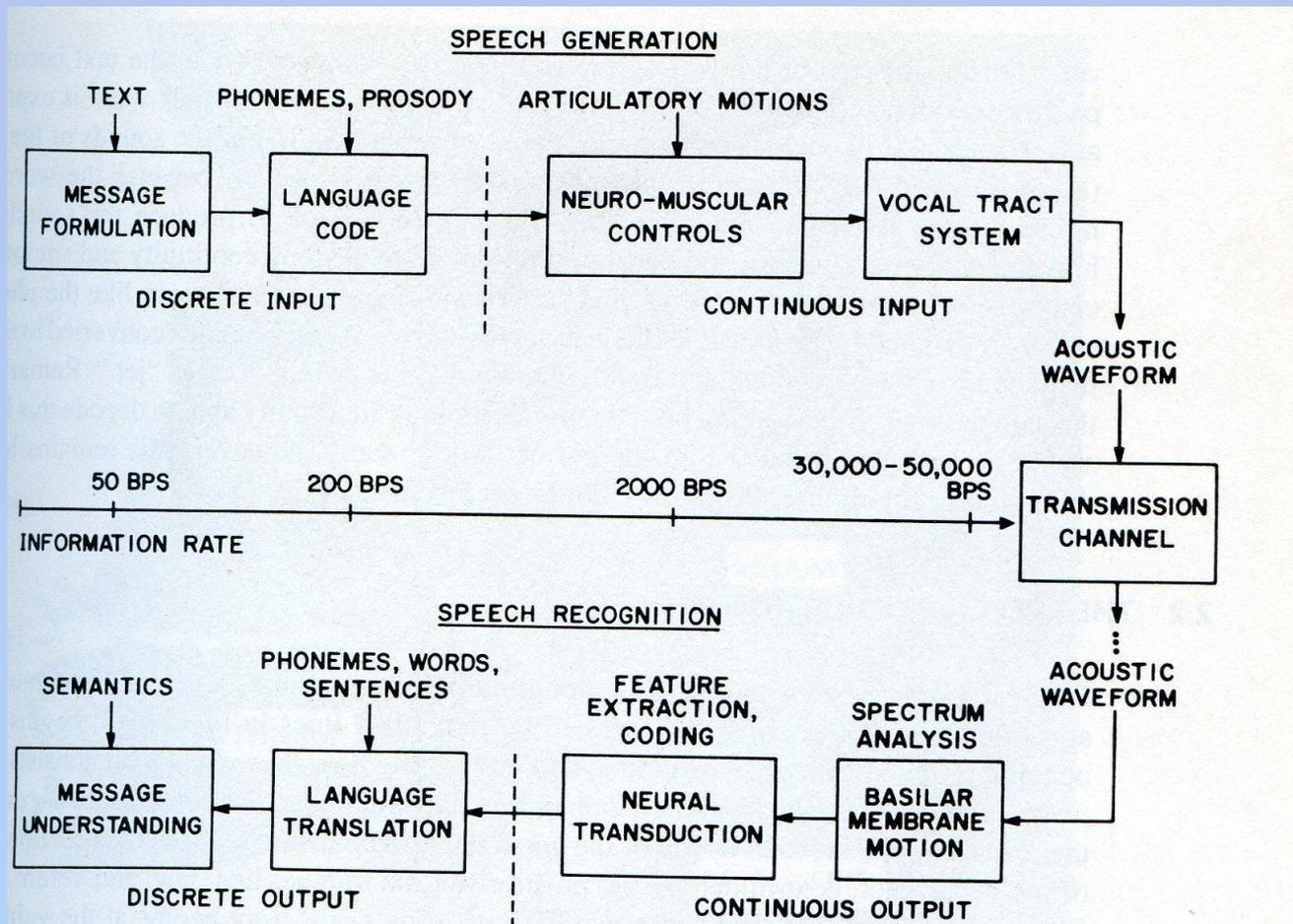
- Базовые технологии, используемые в системе, включают как оперирование символами (верхние уровни), так и обработку сигналов (нижние уровни)
- Объединение искусственно-интеллектуальных механизмов со специфическими акустическими и лингвистическими знаниями, было необходимо для решения задач понимания речи

Речевые звуки есть следствие множества последовательных трансформаций от намерения, через семантические и синтаксические структуры, к речевой волне

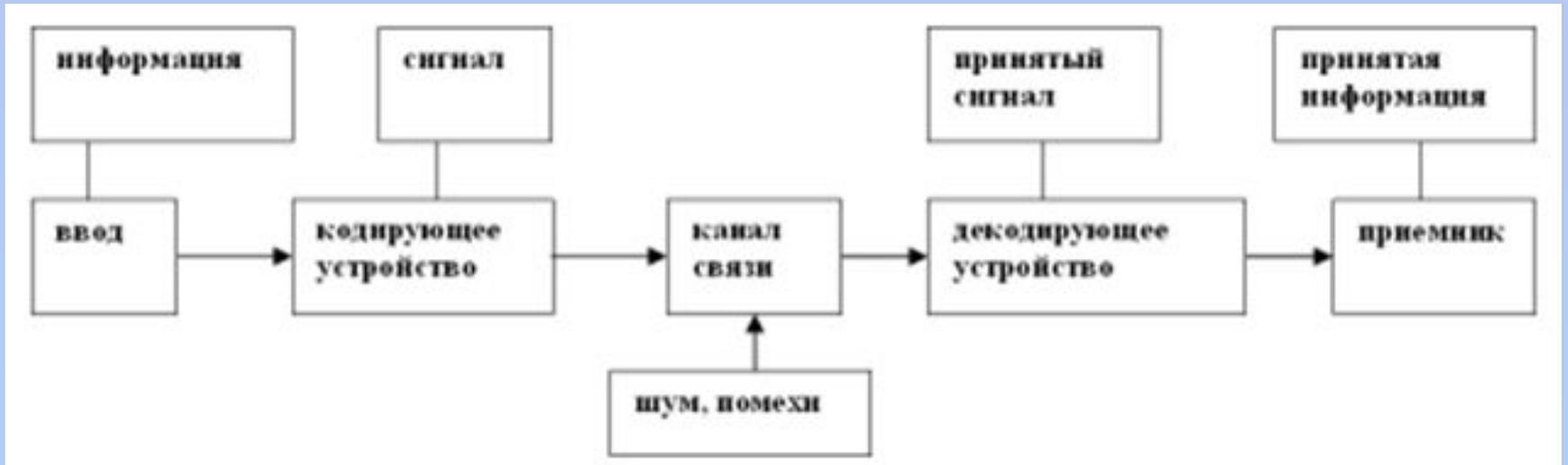
Структура коммуникационной системы для организации речевого поведения



Структура коммуникационной системы для организации речевого поведения



Информационно-кодированная модель коммуникации Шеннона и Уивера



В случае понимания речи осуществляется обратный процесс: от речевой волны – к пониманию намерения автора речевого сообщения. На каждом этапе понимания возникают неясности и неопределенности

Эффективно работающая система распознавания речи, основанная на знаниях, должна удовлетворять следующим требованиям:

(1) Из всех возможных последовательностей операций (частных решений) хотя бы одна должна приводить к корректной интерпретации

(2) Процедура анализа имеющихся вариантов интерпретации должна давать корректному варианту более высокую оценку, чем другим конкурирующим вариантам

(3) Вычислительные ресурсы (память и время вычислений), необходимые для отыскания правильной интерпретации, не должны превышать определенный порог

- Представьте себе группу экспертов, которые сидят возле классной доски и пытаются решить какую-либо проблему
- Каждый эксперт является специалистом в какой-то определенной области, имеющей отношение к решению проблемы
- Формулировка проблемы и исходные данные записаны на доске

- Каждый из экспертов думает над тем, чем он может помочь в решении проблемы
- Если кто-либо из них чувствует, что ему есть что сказать по этому поводу, он записывает свои соображения на доске
- Эти соображения могут позволить другим экспертам внести определенный вклад в решение проблемы

- Процесс прекращается (а эксперты расходятся по домам), когда проблема будет решена

Такая методика совместного решения проблем эффективна, если соблюдаются определенные соглашения:

- все эксперты должны говорить на одном и том же языке
- должен существовать протокол определения очередности выступлений, когда сразу несколько экспертов хватаются за мел и направляются к доске

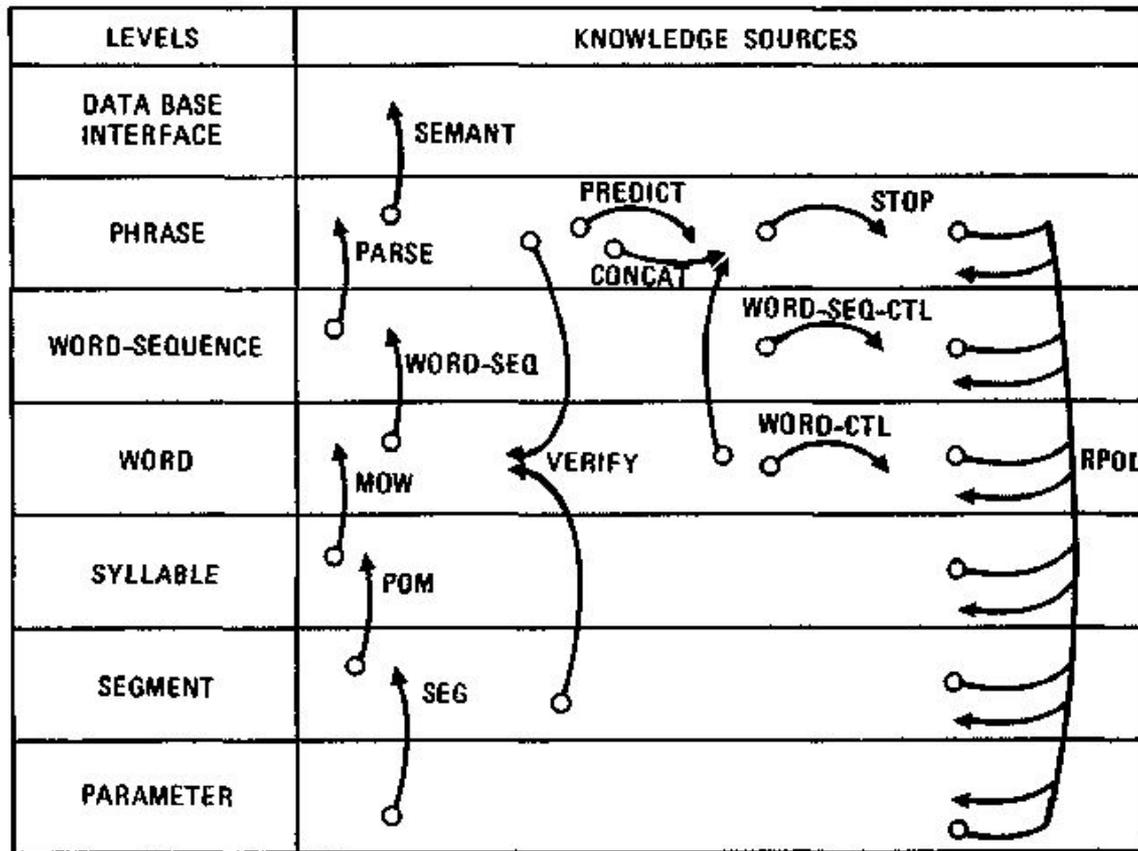
Использование источников знаний в HEARSAY-II

- Для генерации, комбинирования и развития гипотез интерпретации в системе HEARSAY-II используется несколько источников знаний (разных уровней)
- Созданные гипотезы (интерпретации) разного уровня абстракции сохраняются на доске объявлений

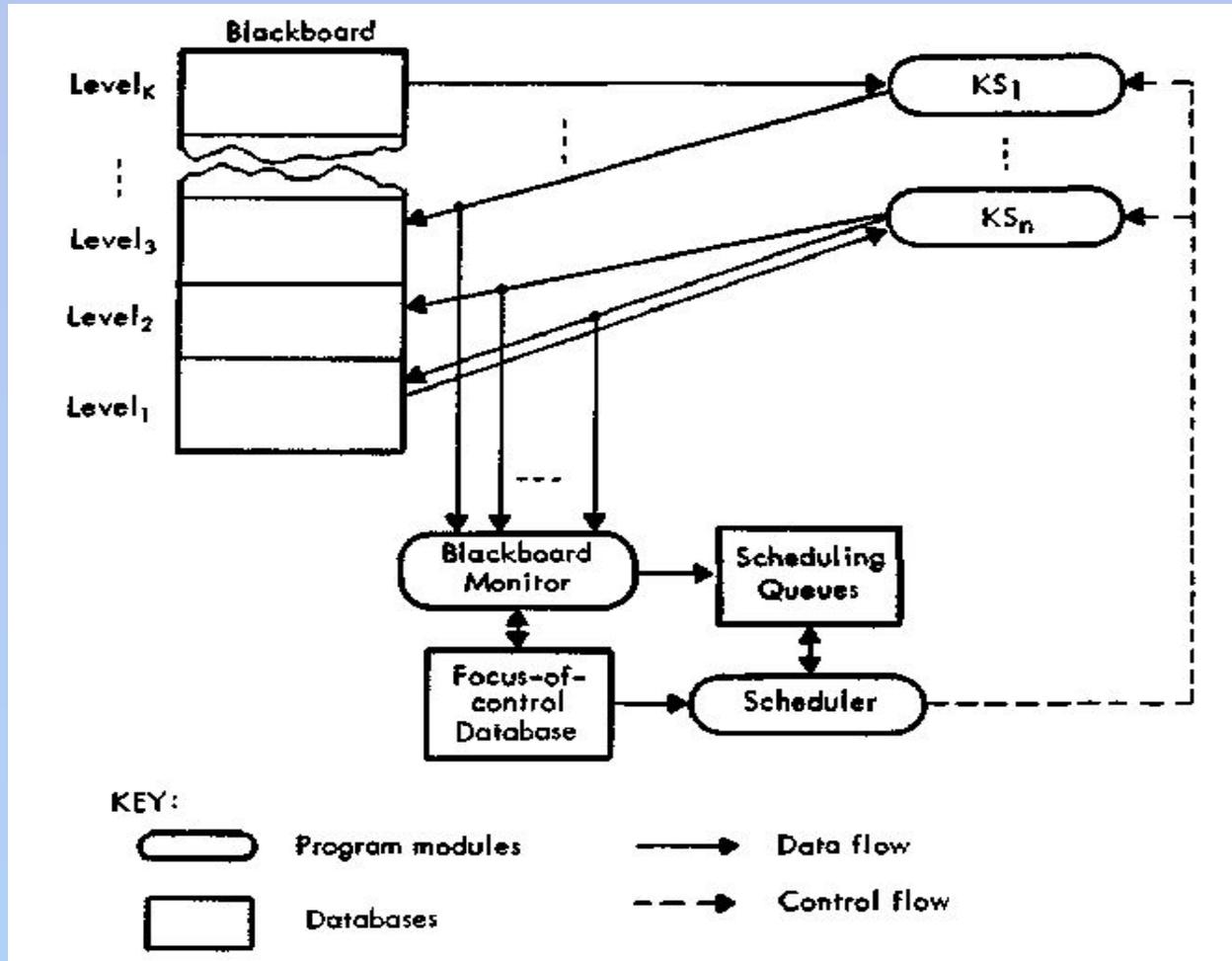
- Каждый источник знаний можно считать в первом приближении набором пар "условие-действие"
- Система управляется прерываниями, что напоминает использование демонов во фреймовых системах
- Источники знаний загодя объявляют об активизированных в них условиях, извещая, какой вид модификации данных будет влиять на выполнение этих условий

- Большинство источников знаний в системе HEARSAY-II организовано так, что они распознают данные на определенном уровне лингвистического анализа, а выполняемые ими операции относятся к следующему по порядку уровню
- Например, некоторый источник активизируется данными на силлабическом уровне и формирует лексическую гипотезу на уровне слов

Взаимодействие между источниками знаний



Архитектура системы



- Решатель проблем системы Hearsay-II реконструирует намерение из гипотетических интерпретаций, формулируемых на разных уровнях абстрагирования
- Вычислительные ресурсы концентрируются на наиболее перспективных вычислениях

- Окончательная конфигурация системы включает решающие компоненты с целью генерации и оценки речевых гипотез, а также для фокусировки управляющих механизмов с целью выявления наиболее значимых гипотез

Выполнение трех требований
позволяет построить эффективный
решатель:

- Только одна последовательность
применения источников знаний может
быть корректной
- Выбирается только одна правильная
общая интерпретация

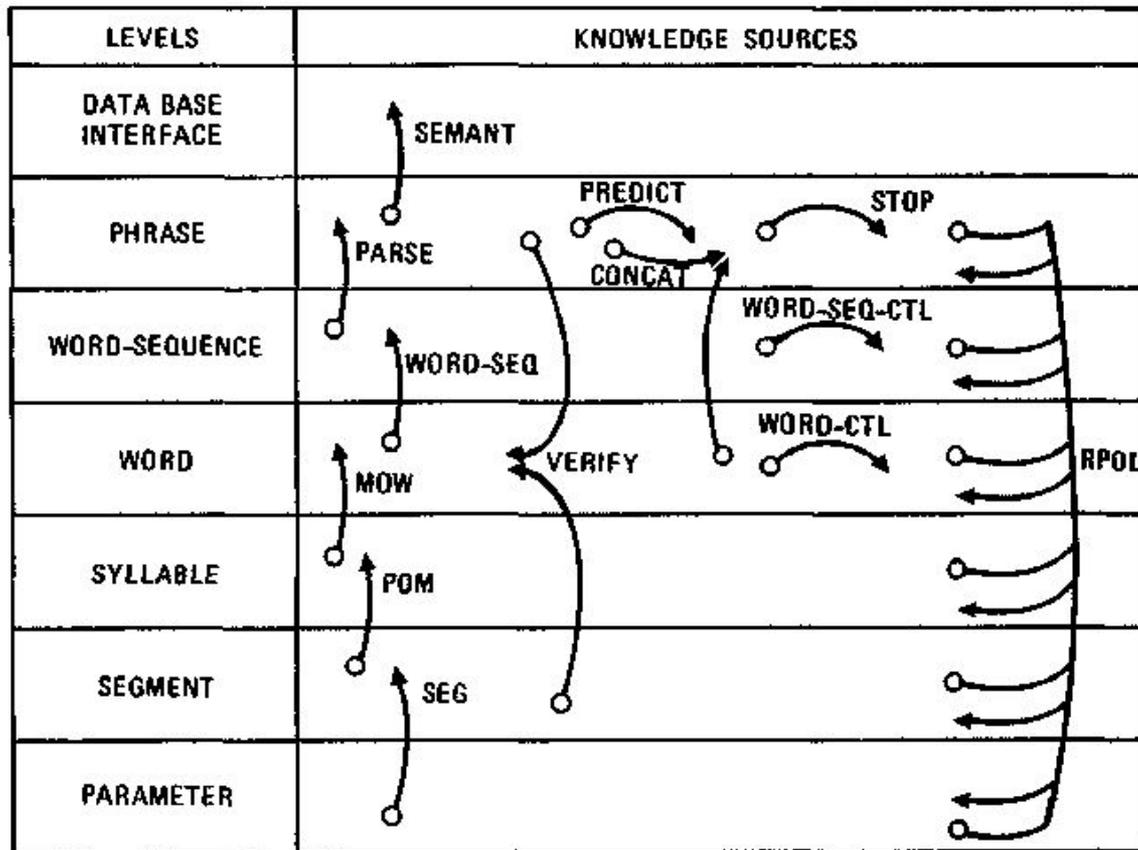
- Стоимость принятия решения ограничивается разумными пределами
- Это ведет к ограничениям на число частичных интерпретаций
- Чем больше неопределенность, тем больше должно порождаться гипотез
- Тем лучше должно быть качество выбора из имеющихся гипотез

Решающая модель системы Hearsay-II

- Каждый источник знаний представлен как множество пар условие-действие
- Условный компонент описывает ситуацию, в которой источник знаний может принять участие в принятии решения, деятельный компонент содержит информацию о том, какое действие производится, и как оно интегрируется в ситуацию

- Источники знаний извлекают из сигнала акустические параметры, классифицируют акустические сегменты в фонетические классы, распознают слова, оценивают фразы, а также генерируют и оценивают гипотезы для нераспознанных слов или слогов

Взаимодействие между источниками знаний



Функциональное описание источников знаний системы понимания речи

*Уровень получения сигнала,
извлечения параметров,
сегментации, и разметки*

Осуществляет оцифровку сигнала,
измерение параметров, и разметку

Функциональное описание источников знаний системы понимания речи

Уровень разметки слов

Создает гипотезы слогового уровня из
сегментов

Создает гипотезы-слова из слогов

Функциональное описание источников знаний системы понимания речи

Уровень генерации фраз- островков

Создает гипотезы последовательностей слов, которые представляют потенциальные фразы из слов-гипотез и слабых грамматических знаний

Пытается интерпретировать последовательность слов, и, если возможно, создать гипотезу-фразу

Функциональное описание источников знаний системы понимания речи

Уровень расширения фраз

Предсказывает все возможные слова,
которые синтаксически могут
предшествовать или последовать фразе

Оценивает соответствия между
гипотезами-сегментами и парами
слово-фраза

Создает гипотезы-фразы из
верифицированных соответствий пар
слово-фраза

Функциональное описание источников знаний системы понимания речи

Уровень оценки, запрета, интерпретации

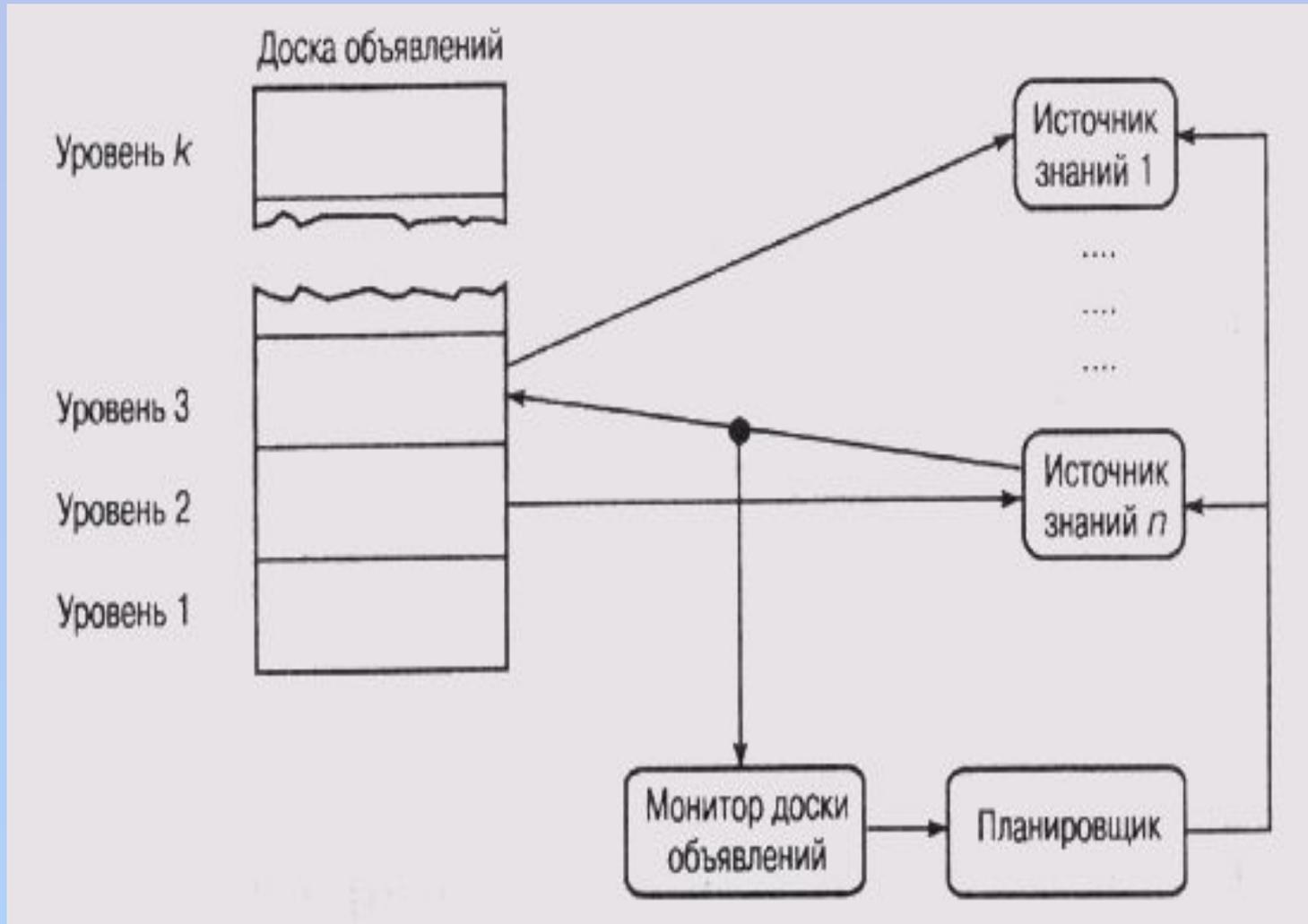
Оценивает правильность новой, или
модифицированной гипотез с
использованием информации, из других
источников знаний

Функциональное описание источников знаний системы понимания речи

Уровень оценки, запрета, интерпретации

Принимает решение об остановке процесса (в случае наличия лучшего решения, или израсходования доступных ресурсов) и осуществляет выбор лучшей гипотезы-фразы в качестве выхода

Архитектура системы



Архитектура системы

Архитектура с классной доской не диктует проектировщику определенный режим управления знаниями в системе, например нисходящую или восходящую стратегию построения рассуждений

Пример

Система работает в предметной области ответов на вопросы при поиске документов из коллекции рефератов статей по компьютерным наукам. Например, распознаются фразы:

- «Which abstracts refer to theory of communication?»
- «List those articles»
- «What has McCarthy written since nineteen seventy-four».

Пример

Словарь системы содержит 1011 слов,
включая все словоформы

Пример

Грамматика устроена так, что семантические и прагматические ограничения содержатся прямо в грамматике

Так вместо просто категории «имя», грамматика системы включает такие категории как: «тема», «автор», «год» и «издатель»

Пример

Такие грамматики называются семантическими грамматиками

В этой грамматике за каждым словом может следовать 17 других слов из словаря

В обычной грамматике коэффициент ветвления значительно выше – 51 слово в среднем

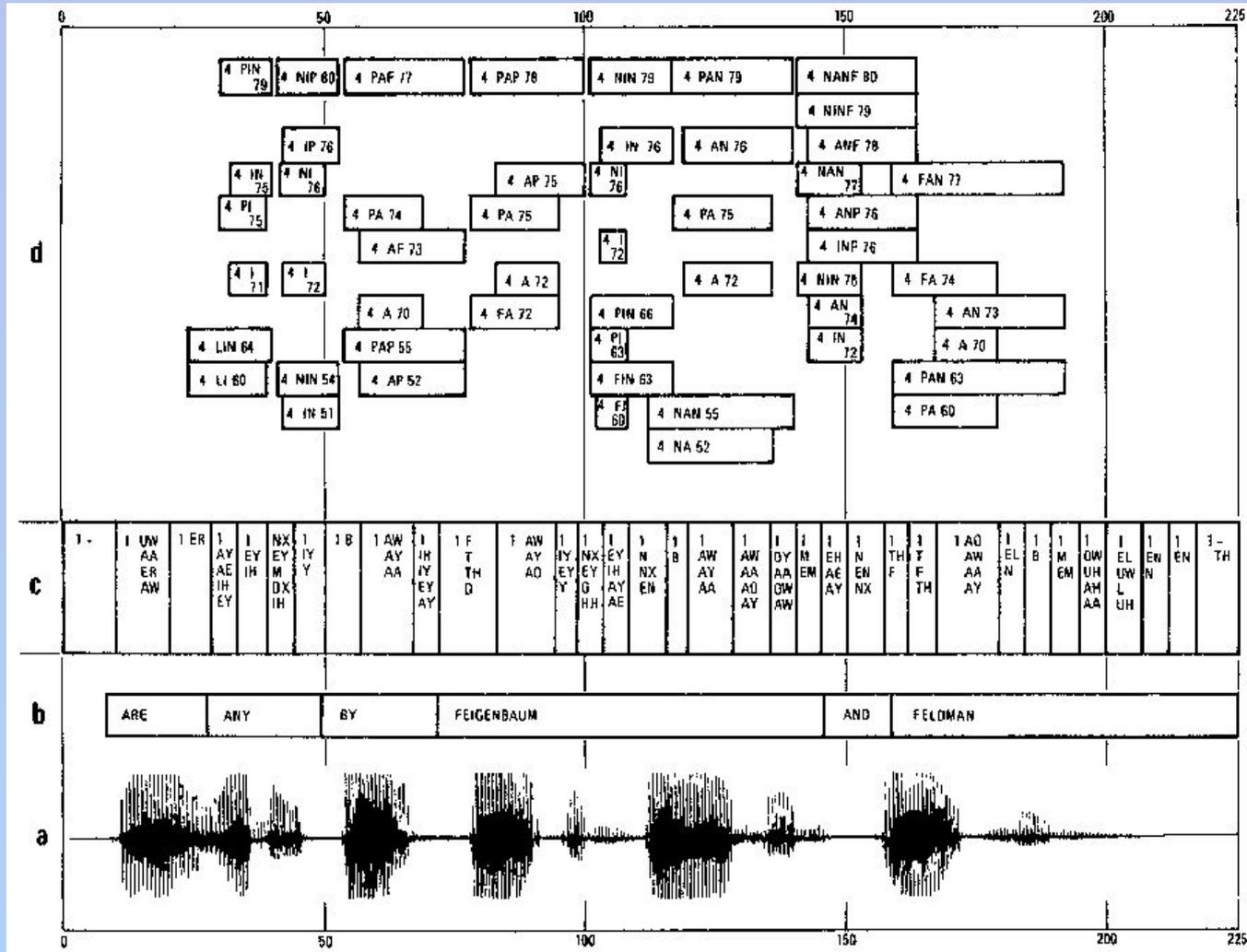
Пример

Работу системы рассмотрим на примере распознавания

последовательности «ARE ANY BY FEIGENBAUM AND FELDMAN?»

Каждый основной шаг системы, как правило, соответствует действию одного источника знаний

Пример



Пример

Речевая волна фразы представлена в нижней части рисунка

Выше - правильные границы слов, определенные экспертами

Остальные уровни представляют гипотезы (представлены прямоугольниками), порожденные источниками знаний

Гипотезы сгруппированы по уровням: сегменты, слоги, слова, последовательности слов и фразы