

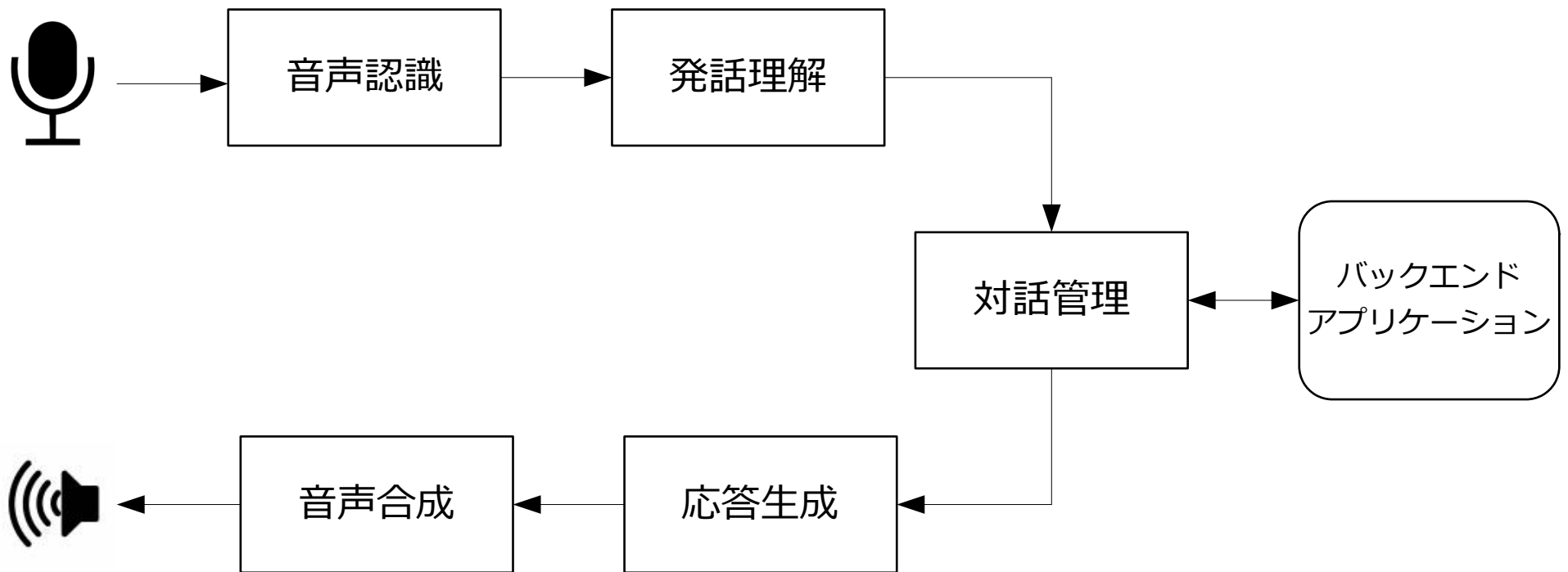
# 15 章 会話のできるコンピュータを目指して

- 対話管理手法
  - オートマトンによる状態の表現
- 対話管理規則の学習
  - 強化学習
- 音声対話システムの実現
  - MMDDAgent



## 15.1 音声対話システムの構成

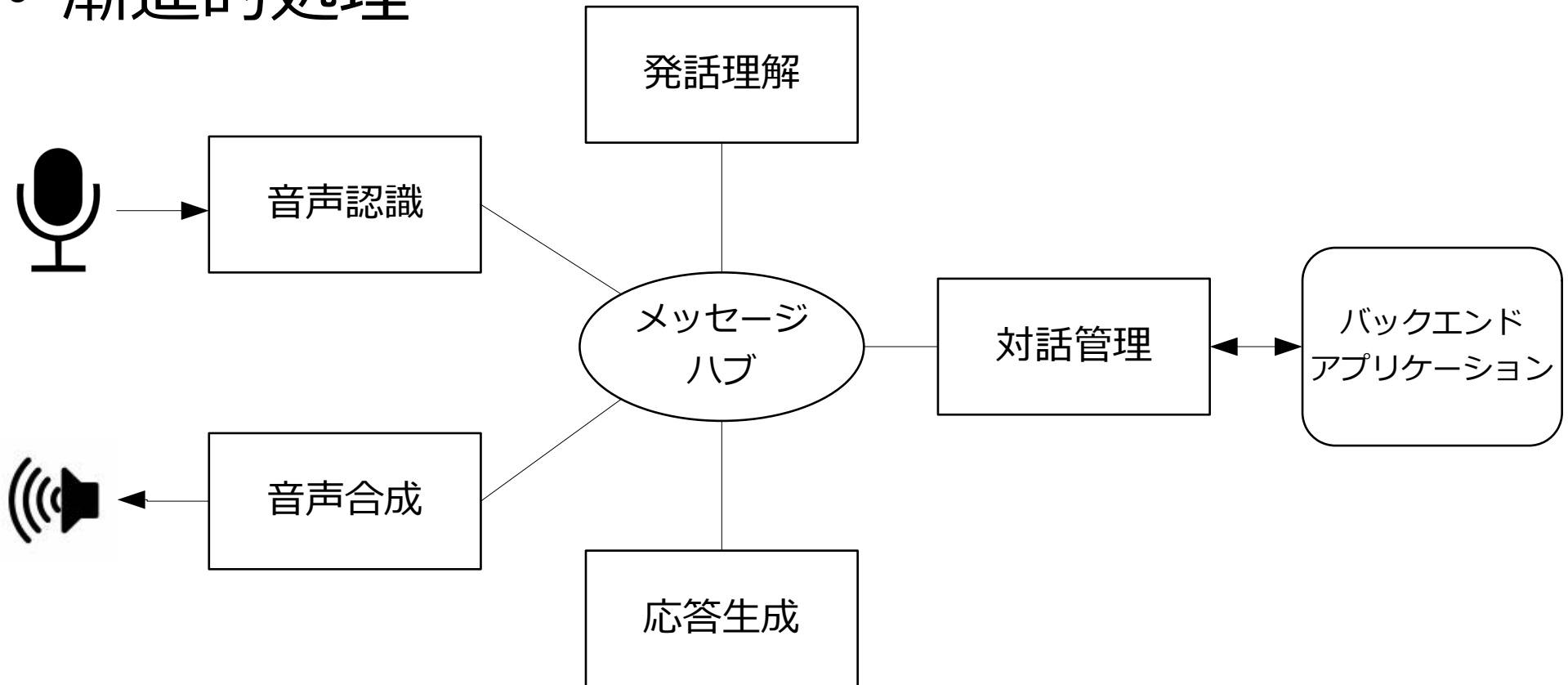
- 逐次的処理



- ひとまとまりの音声入出力を仮定
- モジュールの逐次結合で構成可能

## 15.1 音声対話システムの構成

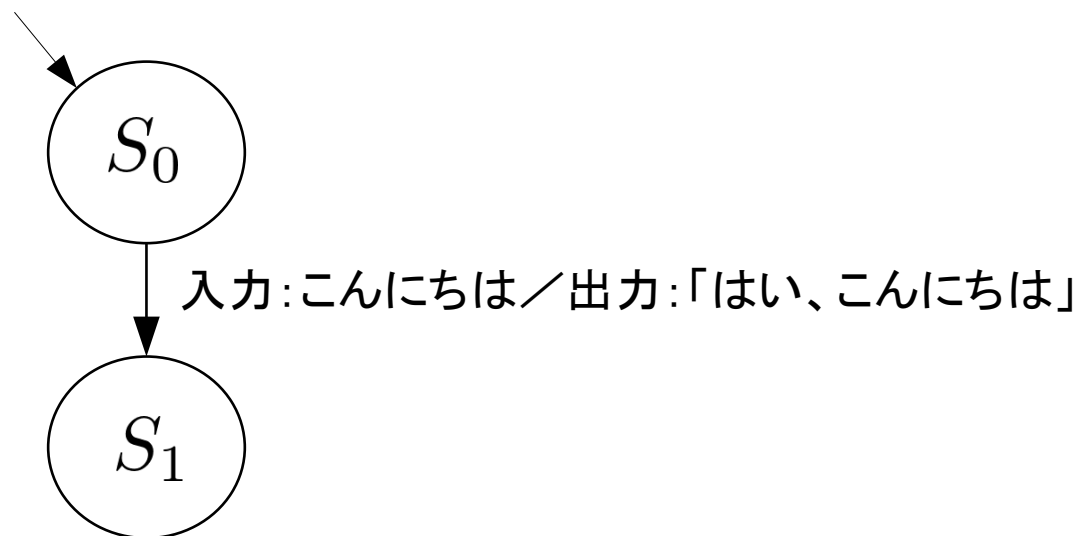
- 漸進的处理



- 小さな単位の音声入出力にも対応可能
- 非同期メッセージの交換で動作

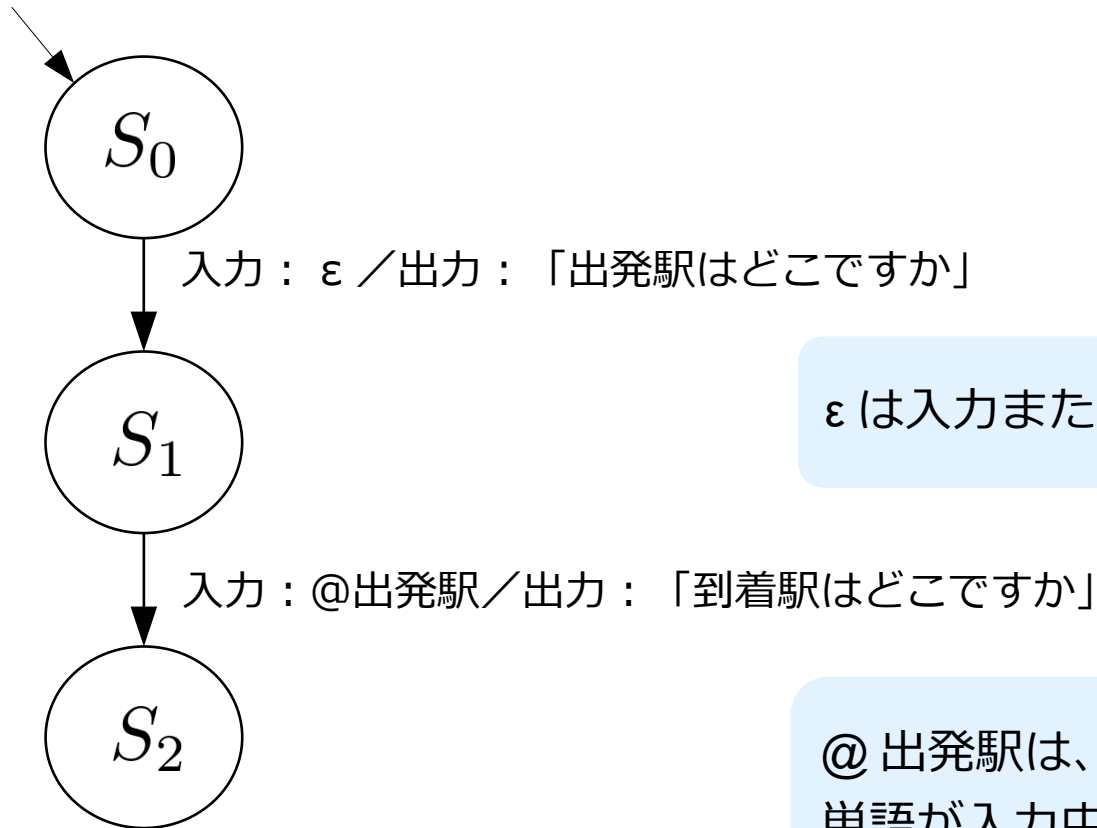
## 15.2 対話管理の方法

- 有限状態トランスデューサ（FST）による対話のモデル化
  - 入力：ユーザ発話 or イベント
  - 出力：システム発話／行為



## 15.2 対話管理の方法

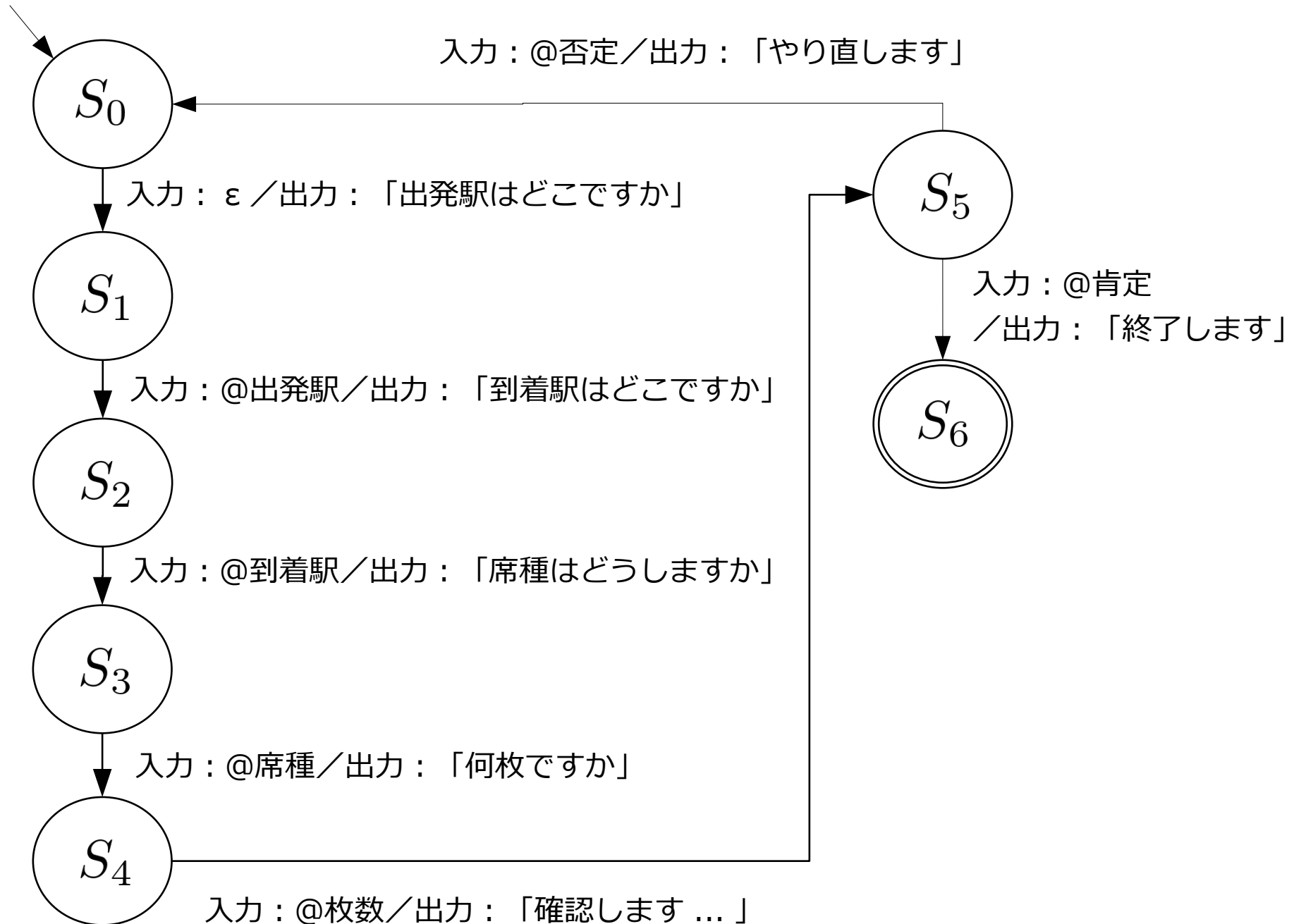
- 特急券販売対話の例



$\epsilon$  は入力または出力がないことを示す

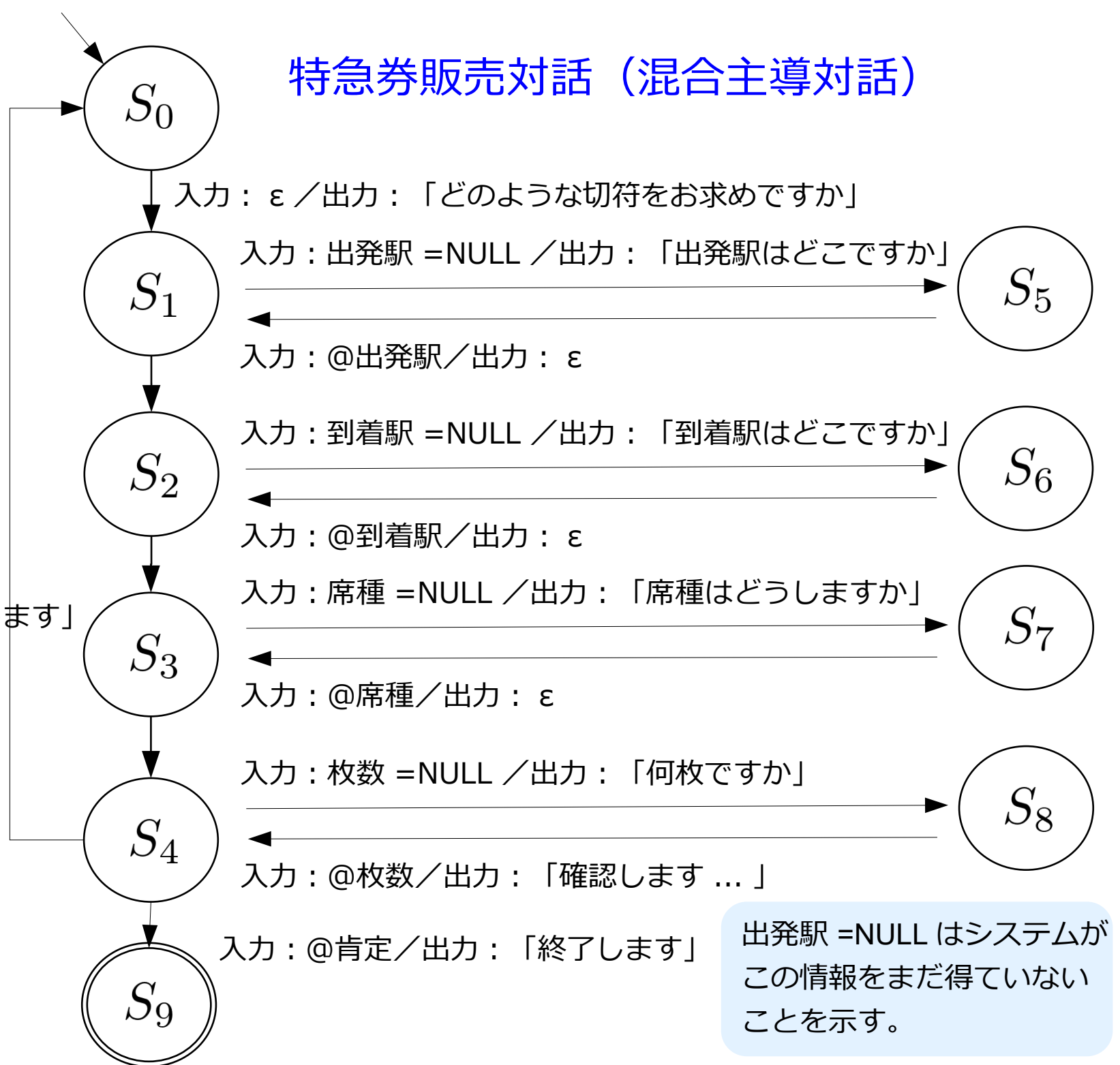
@ 出発駅は、この意味タグが付いた単語が入力中にあることを示す

## 特急券販売対話（エラーがない場合）



## 特急券販売対話（混合主導対話）

入力：@否定／  
出力：「やり直します」



# FST による対話モデルの問題点

- 開発段階

- 主導権・確信度・ユーザモデル等、様々な要素を組み合わせると、実用的なシステムでは状態数は1,000を超える
- 事前にユーザの行動を予測することは難しい

- 保守段階

- 振る舞いの一貫性を保持しながら、部分的な改良を行うのはほとんど不可能



# 機械学習による対話管理の実現

- 背景 1

- 音声認識・理解における統計モデルの成功

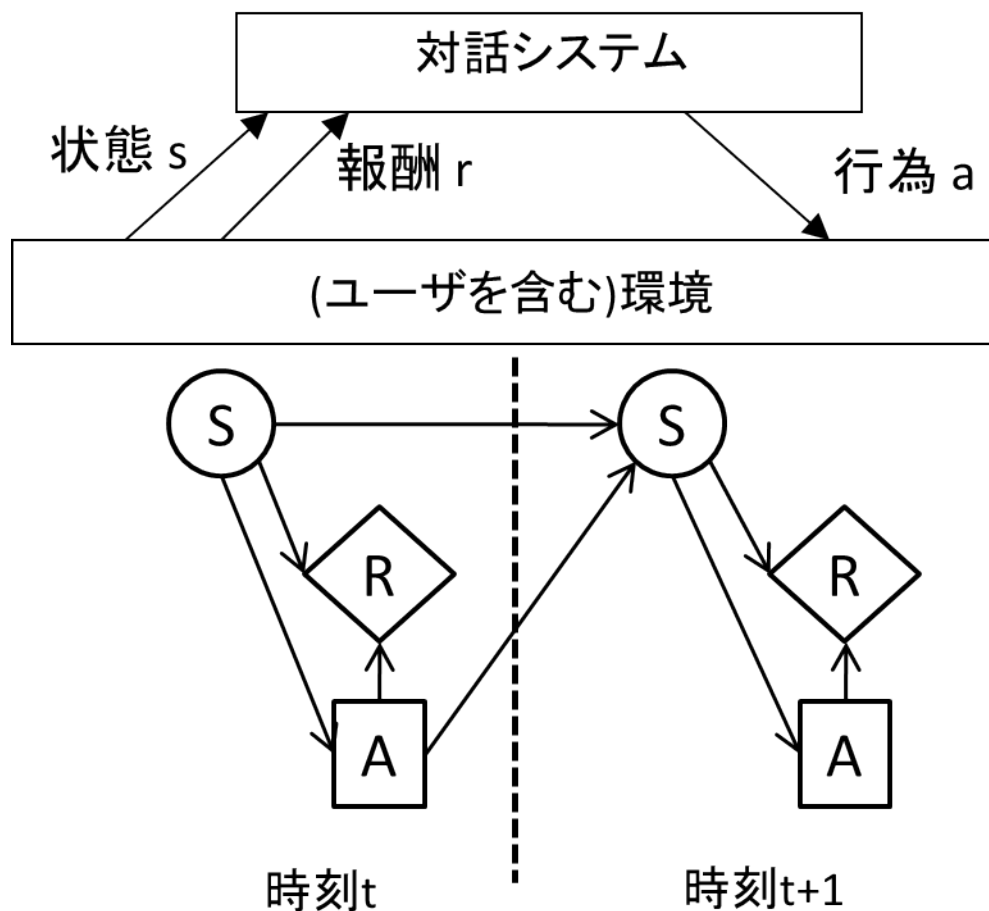
- 背景 2

- ロボットなどを対象とした強化学習の研究の進展
  - 対話シミュレーションによる学習データの生成

# MDP による対話過程の定式化

- MDP (Markov Decision Process) の定義
  - 時刻  $t$  における状態  $s_t \in S$
  - 時刻  $t$  におけるシステムの行為  $a_t \in A$
  - 報酬  $r_t = r(s_t, a_t)$
  - 状態遷移確率  $p(s_{t+1} | s_t, a_t)$
- 対話管理への適用
  - 対話状況を  $s_t$  とし、システム発話やシステム行為を  $a_t$  とする
  - 各  $s_t$  で、期待報酬最大となる  $a_t$  を学習によって定める

# MDP による対話過程の定式化



# Q 値の更新アルゴリズム

1. 各  $s, a$  に対する  $Q$  の推定値  $\hat{Q}(s, a)$  を 0 に初期化
2. 現在の状態  $s$  を観測
3. 以下を繰り返す

i. 行為  $a$  を選択し、実行する

ii. 報酬  $r$  を受け取る

iii. 新しい状態  $s'$  を観測する

iv.  $\hat{Q}(s, a)$  を更新する

$$\hat{Q}(s, a) \leftarrow r + \gamma \max_{a'} \hat{Q}(s', a') \quad \gamma : \text{割引率}$$

v.  $s \leftarrow s'$

# 強化学習による対話管理の実現

- Levin et al. 97
  - ATIS( 航空情報サービス ) タスク
  - 状態 : greeting, asking(origin, airline, etc.),  
retrieving, output, release(origin, airline, etc.),  
closing
  - 報酬 ( コスト )
$$C = W1 * \text{\#interactions}$$
$$+ W2 * \text{cost of data retrieval}$$
$$+ W3 * \text{cost of data presentation}$$
$$+ W4 * \text{cost of user dissatisfaction}$$

# 強化学習の例

## 学習前

S: 座席を変更しますか。

U: えっ？

S: 何時のフライトですか

U: ええと、札幌まで行きたいんだけど

S: 1758 件該当しました。

1 件目は 1 月 1 日 7:00 発 ...

U: ちょっと待って。大阪から札幌までの明日のフライトを調べてください。

S: ありがとうございます。  
またのご利用をお待ちしております。



## 学習後

S: いらっしゃいませ。こちらはフライト情報システムです。

U: 札幌までのフライト

S: どの空港からですか

U: 大阪

S: 何日にご出発ですか

U: 2 月 2 日

S: 該当するフライトが 4 件あります。 ...

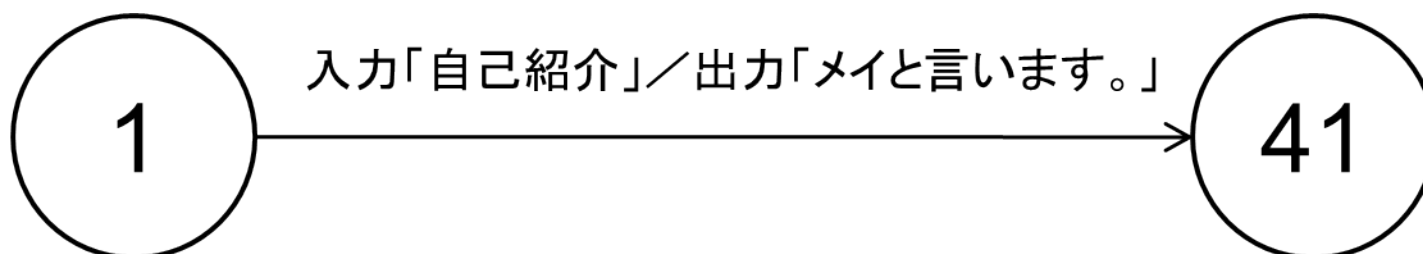
# 対話システム作成ツール

- MMDAgent
  - FST による対話記述
  - 入力：イベント
    - 音声認識結果
    - 合成音声出力終了
    - タイマー
  - 出力：コマンド
    - 合成音声、動作、画像の出力
    - web ページの表示



Copyright 2009-2020 Nagoya Institute of Technology (MMDAgent Model "Mei")

# MMDAgent の対話記述 -FST-



1 41 RECOG\_EVENT\_STOP|自己紹介  
1 41 RECOG\_EVENT\_STOP|あなた,誰  
1 41 RECOG\_EVENT\_STOP|君,誰  
41 42 <eps>  
42 43 SYNTH\_EVENT\_STOP|mei  
43 2 SYNTH\_EVENT\_STOP|mei

SYNTH\_START|mei|mei\_voice\_normal|メイと言います。  
SYNTH\_START|mei|mei\_voice\_normal|メイと言います。  
SYNTH\_START|mei|mei\_voice\_normal|メイと言います。  
MOTION\_ADD|mei|...¥mei\_self\_introduction.vmd|PART|ONCE  
SYNTH\_START|mei|mei\_voice\_normal|よろしくお願いします。  
<eps>

入力イベント
RECOG_EVENT_STOP
SYNTH_EVENT_STOP
TIMER_EVENT_STOP
VALUE_EVENT_EVAL

出力コマンド
SYNTH_START
MOTION_ADD
TIMER_START
VALUE_EVAL
EXECUTE