

ニューラル対話モデルの発展と課題

坪井祐太 <tsuboi@preferred.jp>

第一回関東MT勉強会

自己紹介 - 坪井祐太; Yuta Tsuboi -

- 所属: Preferred Networks, Inc.



Yuya Unno
@unnonouno

フォロー中

1年前, 周囲の言語処理勢がとうとう1人になったが, 昨秋に菊池・小林の頼れる若手が, そして5月に羽鳥, 7月に坪井の強キャラが加わって, 控えめに見てもPFNはかなりNLP強になった. 他の専門家と一緒に「機械とのコミュニケーション」をテーマに頑張っています

9:14 - 2017年7月3日

<https://twitter.com/unnonouno/status/881667520788185088>



図は森北出版より

<http://www.morikita.co.jp/books/book/3034>



出た!!

- 「実装上の工夫」など、本書でしか読めない実践的な内容!
- 自然言語処理の応用 (質問応答、対話、翻訳、文書要約) に焦点を当て、深層学習の利用方法を解説。

MLP 機械学習
プロフェッショナル
シリーズ

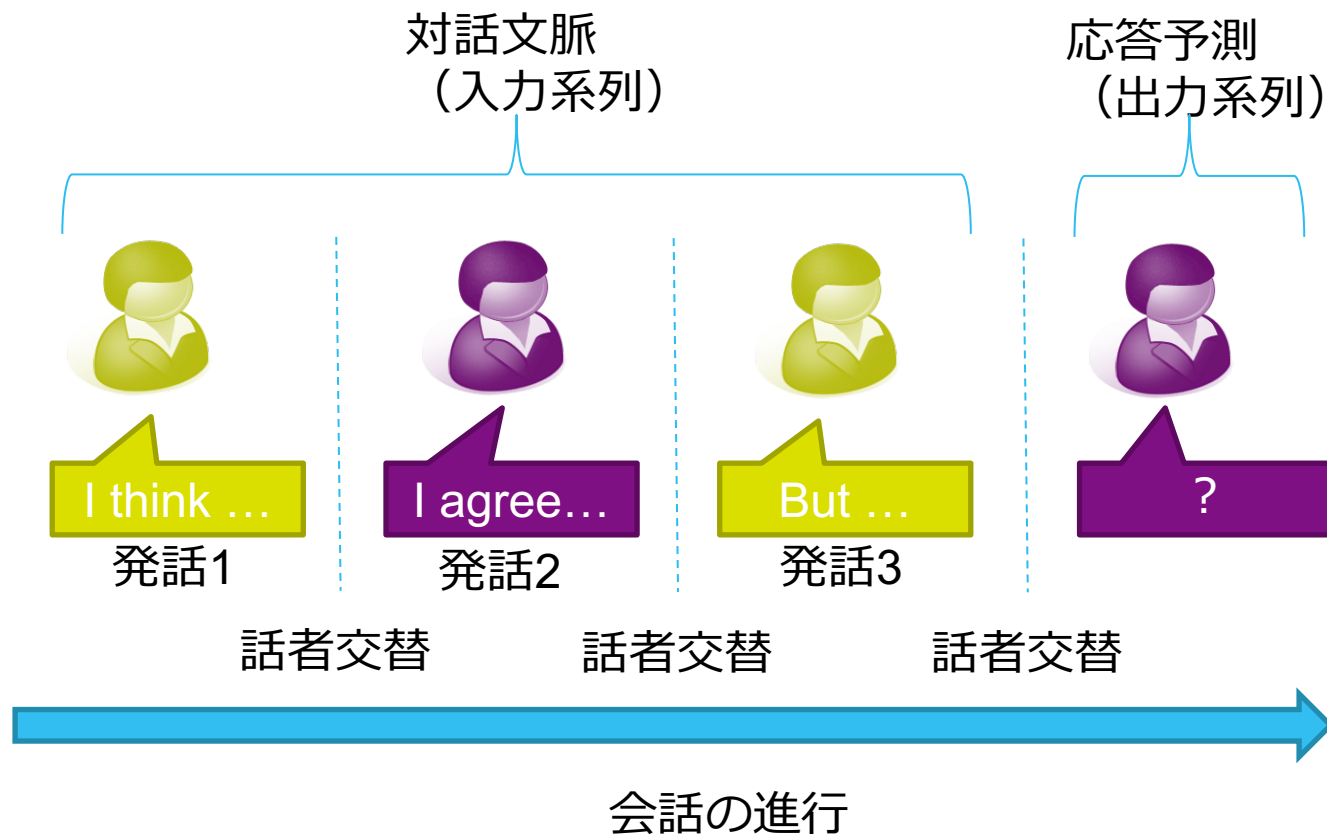
図は講談社より

<http://www.kspub.co.jp/book/detail/1529243.html>



対話モデル

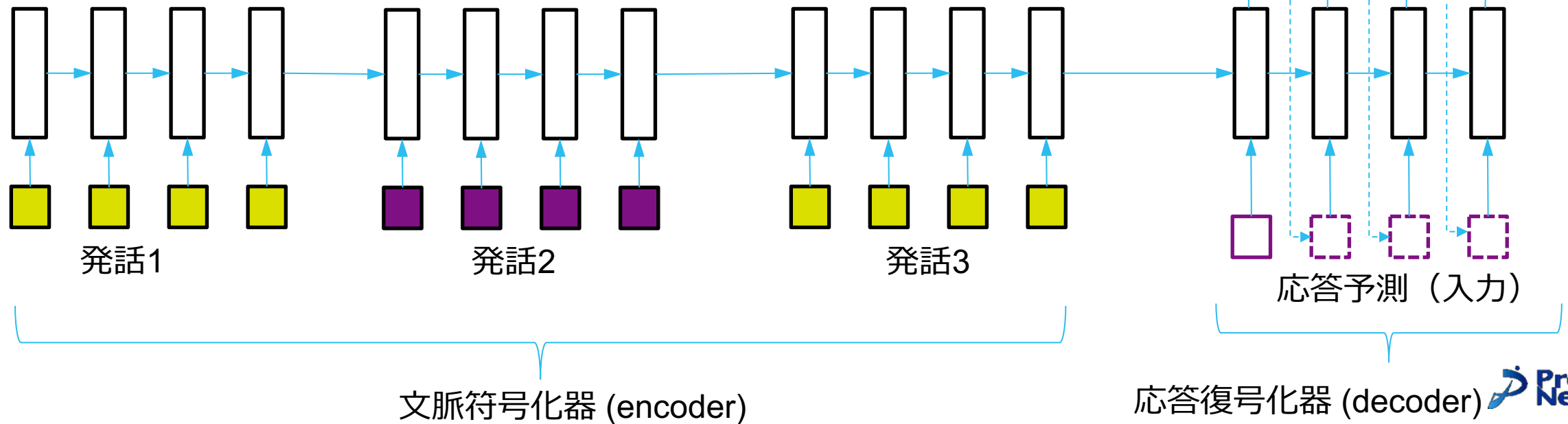
- 対話文脈から次の応答を予測するモデル
 - 2人以上の話者
 - 文脈1つ以上の発話



系列変換(seq2seq)モデルによる対話モデル

[Vinyals&Le, 2015]

- 文脈を符号化、応答を復号化
- SMTによる応答予測(Ritter+, 2015) の seq2seq版



ニューラル会話モデル [Vinyals&Le, 2015]

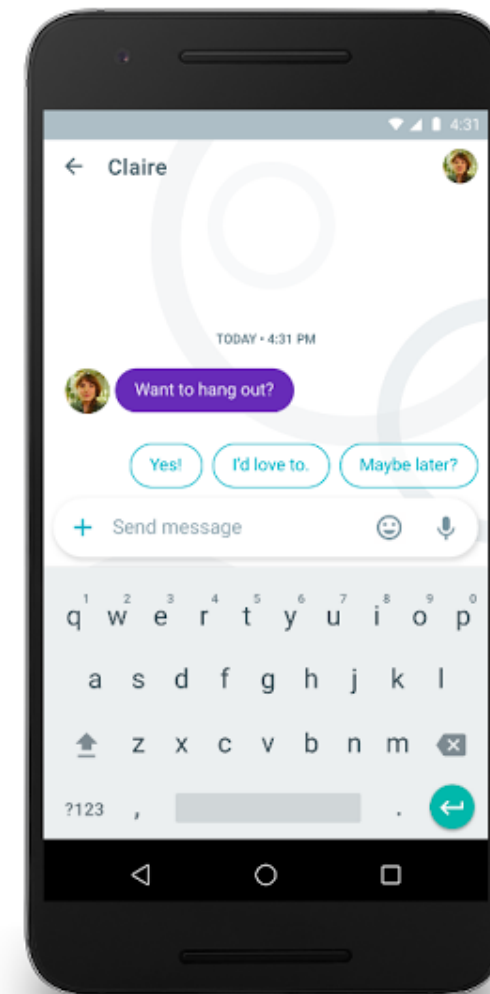
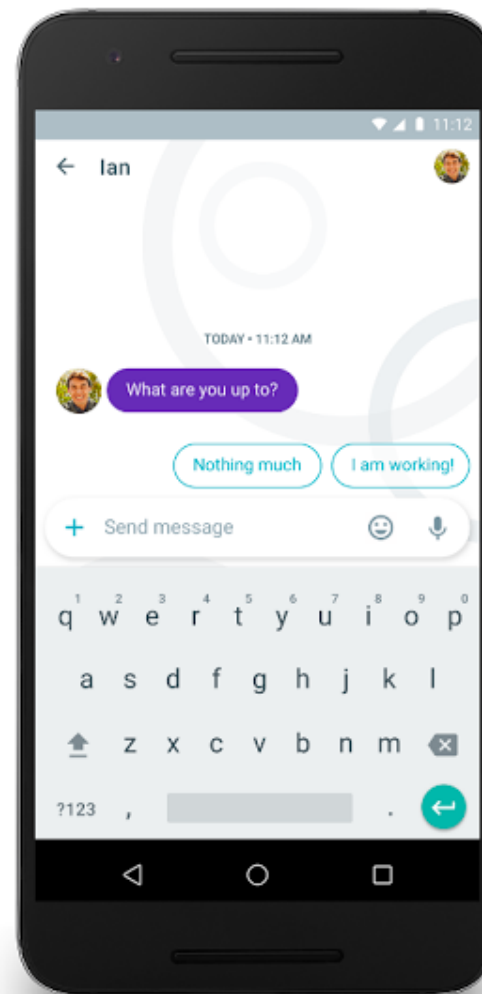
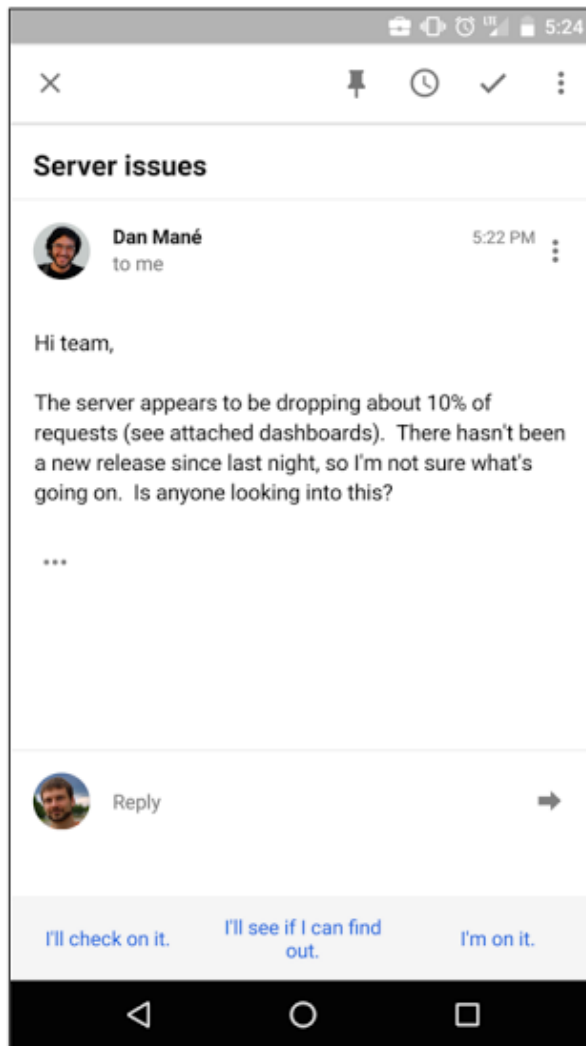
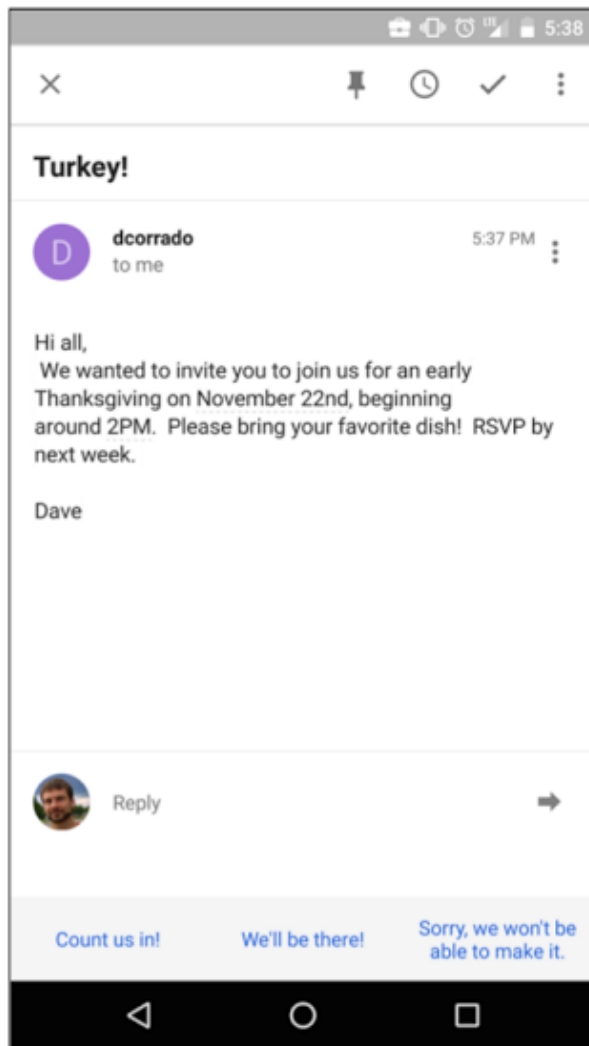
- IT ヘルプデスクデータ（3千万語）を使って学習したモデルと人との対話例
 - **Describe your problem:** i am having issues accessing vpn
 - **Machine:** could you please let me know what are the operating systems you are using ?
 - **Human:** i am using linux
 - **Machine:** ok it was in the ssl vpn on which you stated it was broken
 - **Machine:** please check if you are logged in to corp network
 - **Machine:** what is the error that you are running please
 - **Human:** i am seeing an error related to vpn
 - **Machine:** what is the error message that you are getting when connecting to vpn using network connect ?
 - **Human:** connection refused or something like that
 - **Machine:** may i know the version of network connect you connect ?

ニューラル会話モデル [Vinyals&Le, 2015]

- 人の発話を真似しているだけで問題解決ができた！？
 -
 - **Machine:** *try this*
 - **Machine:** *goto <URL> page and enter your name and password*
 - **Human:** *done*
 - **Machine:** *try logging in with <NAME> and*
 - *check if its working fine now*
 - **Human:** *yes , now it works !*
 - **Machine:** *great*
 - (<URL>はVPN接続に関して説明したページ)

応答候補生成への応用

Note. Retrieved from <https://research.googleblog.com/2015/11/computer-respond-to-this-email.html> and <https://research.googleblog.com/2016/05/chat-smarter-with-allo.html>



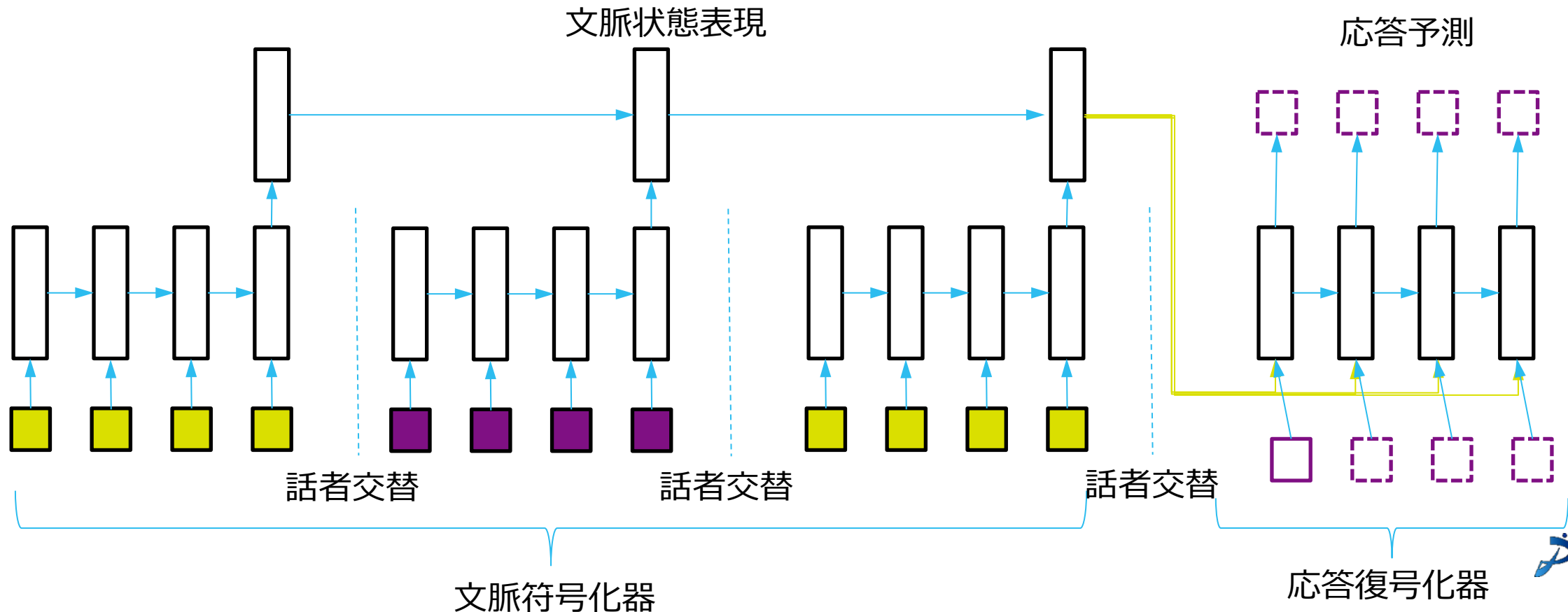
ニューラル対話モデルの発展と課題

- 機械翻訳で成功した技術の輸入
 - 注意機構 [Shang+, 2015], etc.
- **対話モデル特有の発展**
 - 話者交代のモデル化 [Serban+, 2016]
 - 発話者のモデル化 [Li+, 2016] [Ouchi&Tsuboi, 2016]
- 対話モデルの課題
 - 自動評価指標[Liu+, 2016] [Galley+ 2015] [Lowe+, 2017]
 - 多様性[Li+, NAACL2016] [Li+, EMNLP2016]
 - 目的志向対話 [Lewis+, 2017]

話者交代のモデル化 [Serban+, 2016]

Hierarchical Recurrent Encoder-Decoder (HRED)

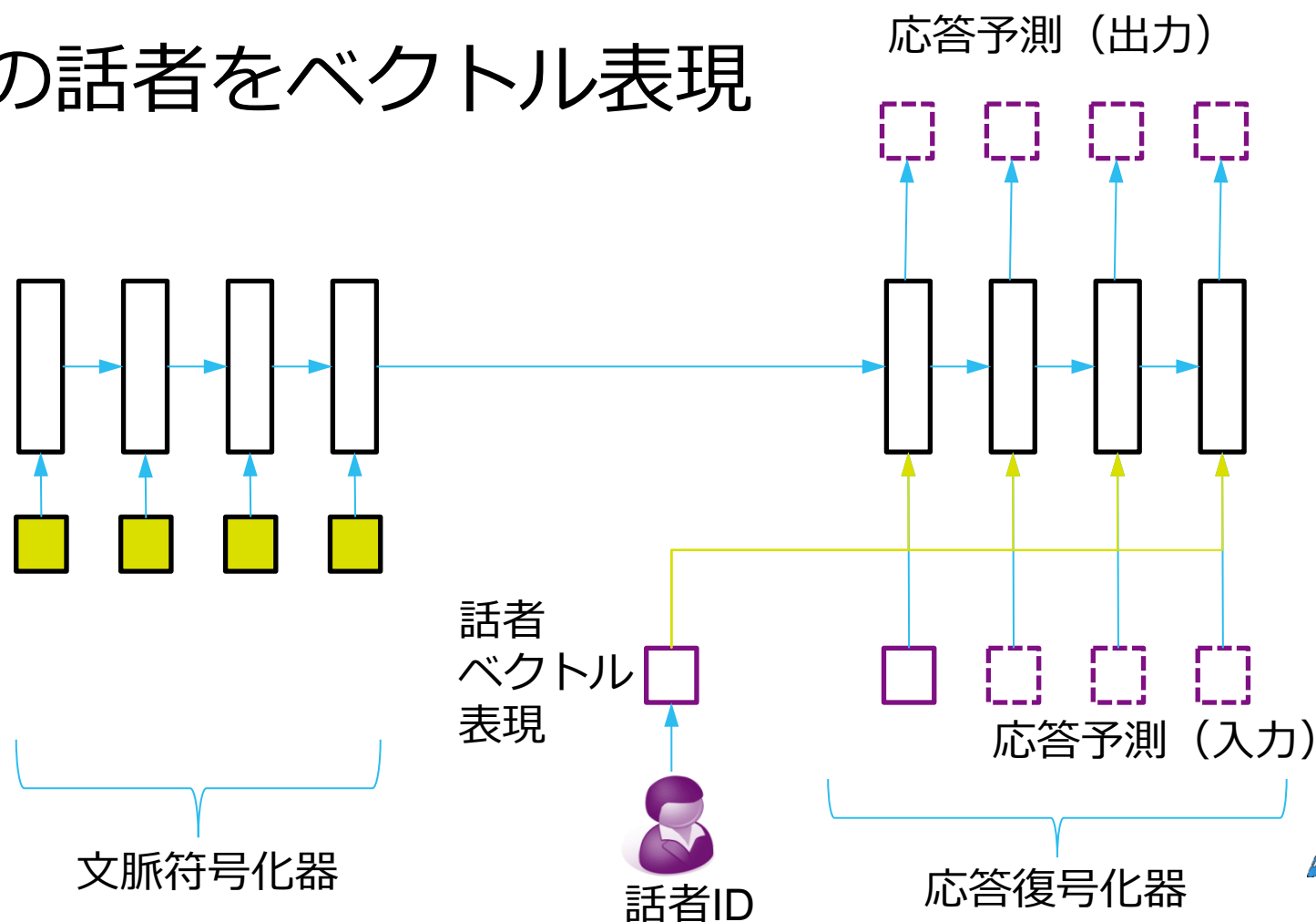
- 話者交替の単位で発話を集約 (文脈状態表現)



発話者のモデル化 [Li+, ACL2016]

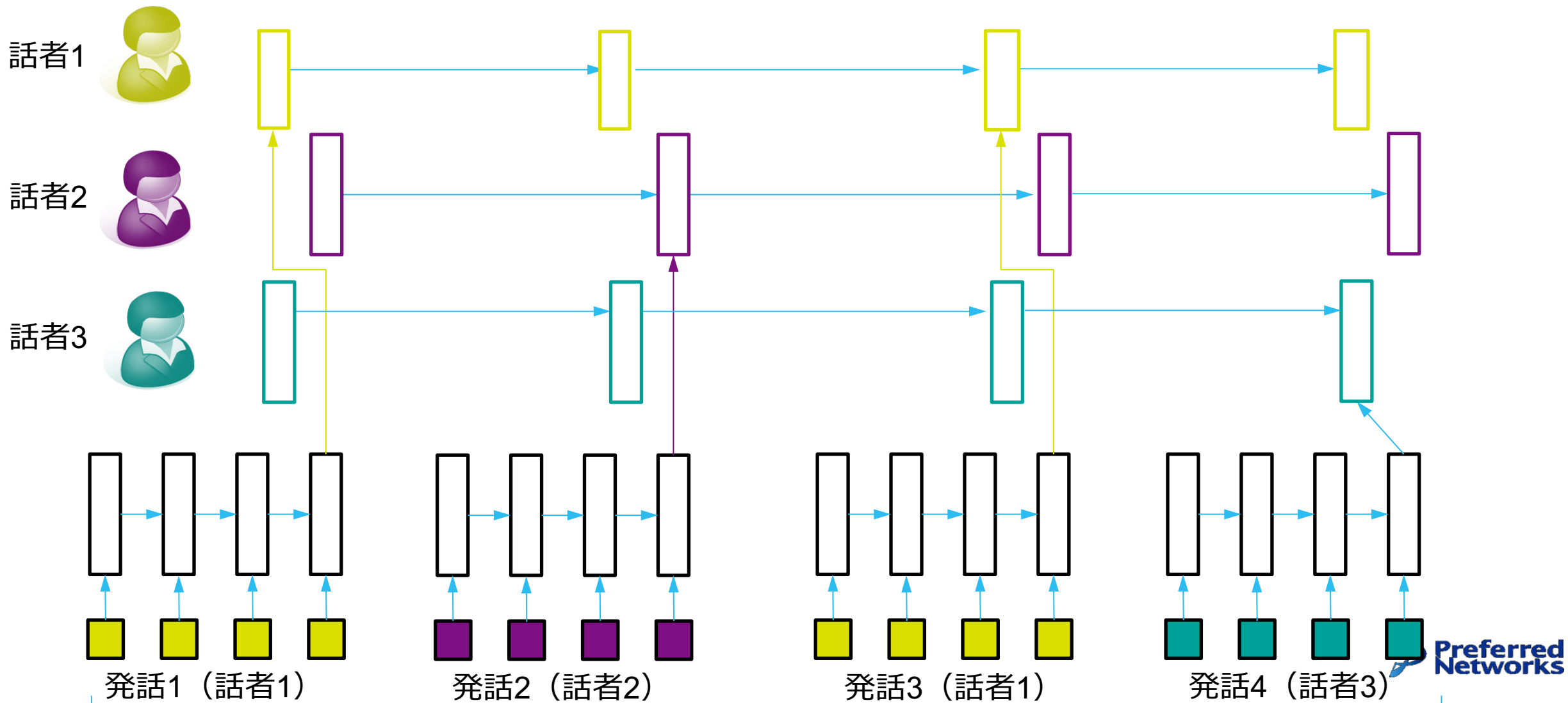
Persona-Based Neural Conversation Model

- 訓練データ中の話者をベクトル表現



発話者のモデル化 [Ouchi&Tsuboi, 2016]

注：手前味噌



ニューラル対話モデルの発展と課題

- 機械翻訳で成功した技術の輸入
 - 注意機構 [Shang+, 2015], etc.
- 対話モデル特有の発展
 - 話者交代のモデル化 [Serban+, 2016]
 - 発話者のモデル化 [Li+, 2016] [Ouchi&Tsuboi, 2016]
- **対話モデルの課題**
 - 自動評価指標[Liu+, 2016] [Galley+ 2015] [Lowe+, 2017]
 - 多様性[Li+, NAACL2016] [Li+, EMNLP2016]
 - 目的志向対話 [Lewis+, 2017]

対話における適切な応答とは？

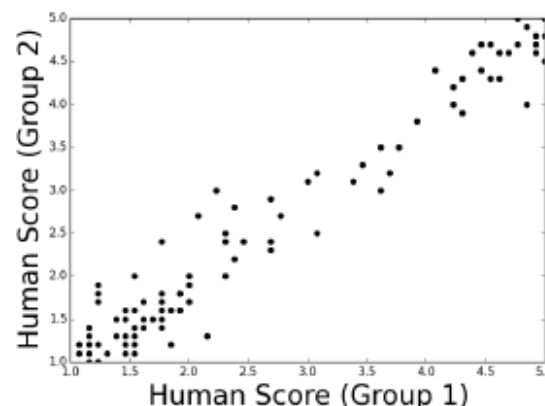
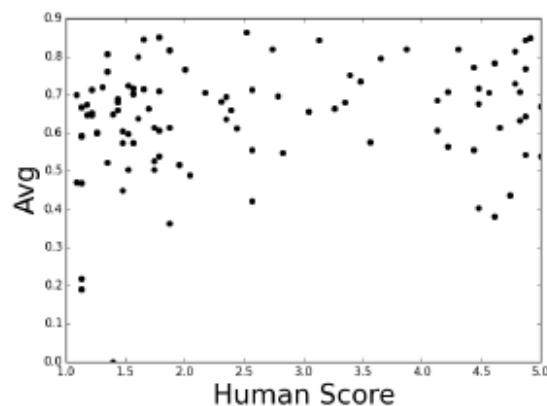
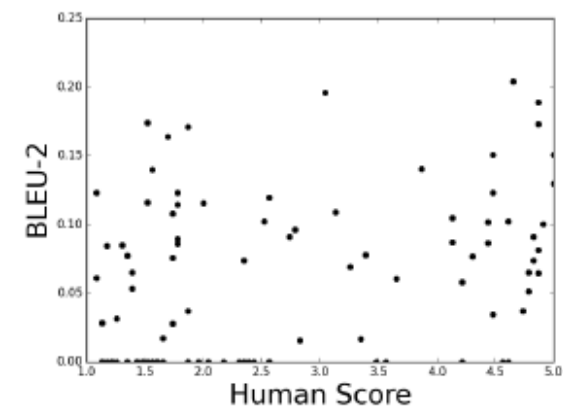
- C: 機械翻訳ってほんと面白いですね。
- R1: そうですね。WMTのあの論文読みましたか？
- R2: いいえ、これからは対話ですよ。SIGDAIL行きませんか？
- →どちらも応答としては適切
応答の多様性が高い

ニューラル対話モデルの発展と課題

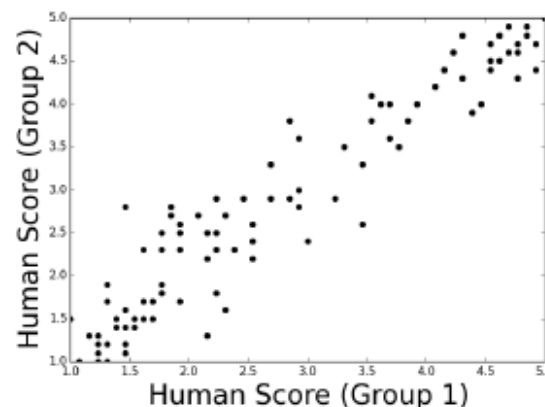
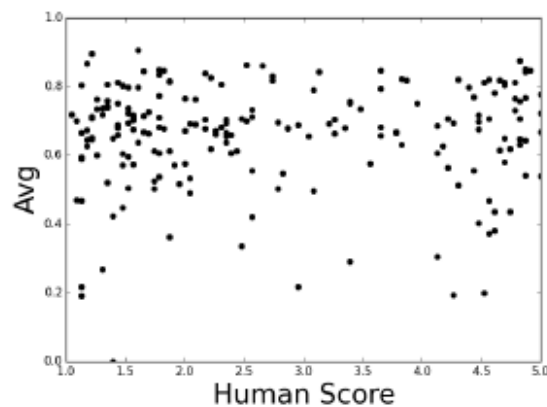
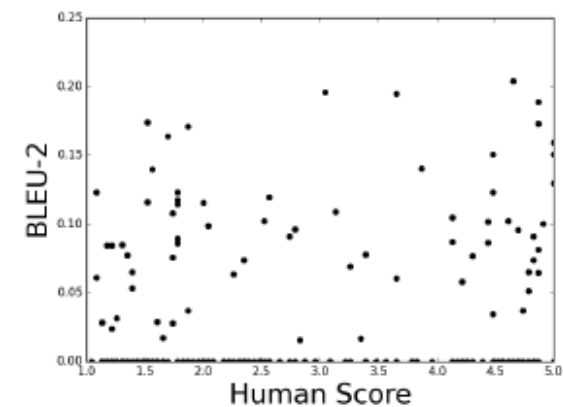
- 機械翻訳で成功した技術の輸入
 - 注意機構 [Shang+, 2015], etc.
- 対話モデル特有の発展
 - 話者交代のモデル化 [Serban+, 2016]
 - 発話者のモデル化 [Li+, 2016] [Ouchi&Tsuboi, 2016]
- **対話モデルの課題**
 - **自動評価指標**[Liu+, 2016] [Galley+ 2015] [Lowe+, 2017]
 - 多様性[Li+, NAACL2016] [Li+, EMNLP2016]
 - 目的志向対話 [Lewis+, 2017]

自動評価指標の課題 [Liu+, 2016]

Note. Retrieved from the original paper



(a) Twitter



(b) Ubuntu

- Weak correlation between human judgement and BLEU / (Embedding) Average

自動評価指標の課題 Delta BLEU [Galley+ 2015]

Note. Retrieved from the original paper

Metric	refs.	Spearman's ρ
BLEU	single	.260 (.178, .337)
BLEU	$w \geq 0.6$.343 (.265, .416)
BLEU	all	.318 (.239, .392)
Δ BLEU	single	.280 (.199, .357)
Δ BLEU	$w \geq 0.6$.405 (.331, .474)
Δ BLEU	all	.484 (.415, .546)

$$\frac{\sum_i \sum_{g \in n\text{-grams}(h_i)} \max_{j: g \in r_{i,j}} \{w_{i,j} \cdot \#_g(h_i, r_{i,j})\}}{\sum_i \sum_{g \in n\text{-grams}(h_i)} \max_j \{w_{i,j} \cdot \#_g(h_i)\}}$$



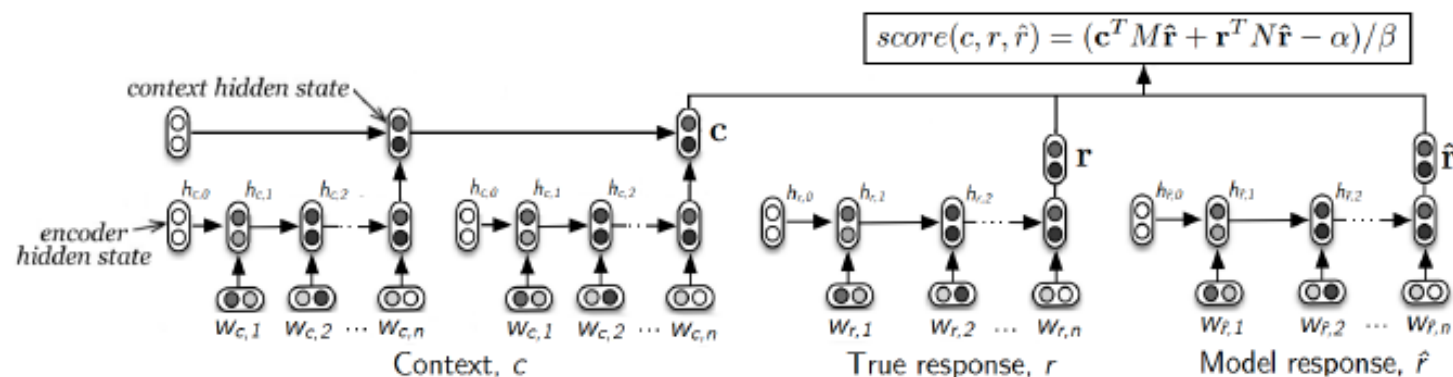
重み付きBLEUスコア

Message m	Response r	Score
i was about to text you and my two cousins got excited cause they thought you were "rihanna"	aww, i can imagine their disappointment they were very disappointed!!!	0.6
yes. my ex-boyfriend, killed my cat. like i say, it was the start of a bad time...	yes. luckily, the whole thing feels very much of the past now.	0.8
its good.. for some reason i can't name stand	na this is anything but a disappointment..	0.6
	they were belly rolling, hilarious.	0.4
	your imagination is wrong, very wrong at that.	-0.1
	the weather in russia is very cool.	-0.7

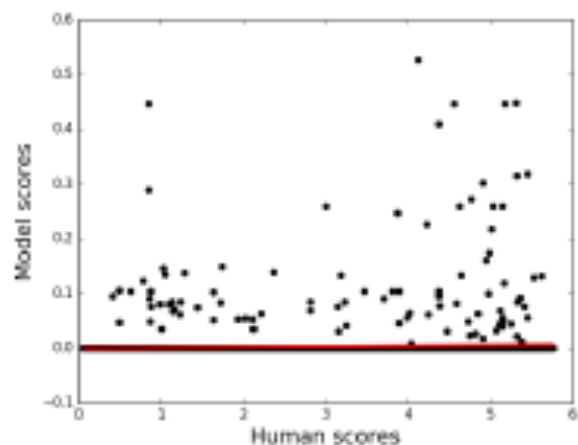
検索による応答候補にクラウドソーシングでスコア付与

自動評価指標の課題 Learning to evaluate [Lowe+, ACL2017]

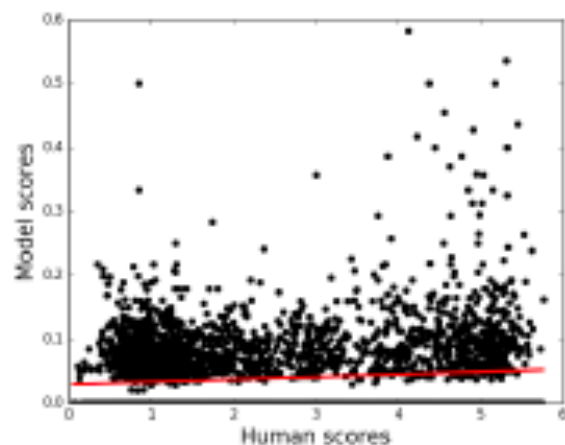
- 人の評価から学習した自動評価モデル
- 人の評価と相関あり



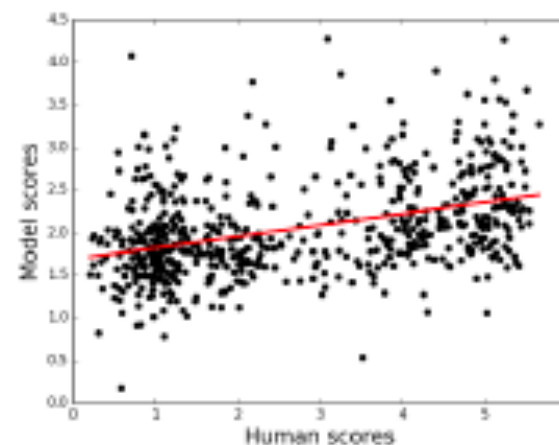
Note. Retrieved from the original paper



(a) BLEU-2



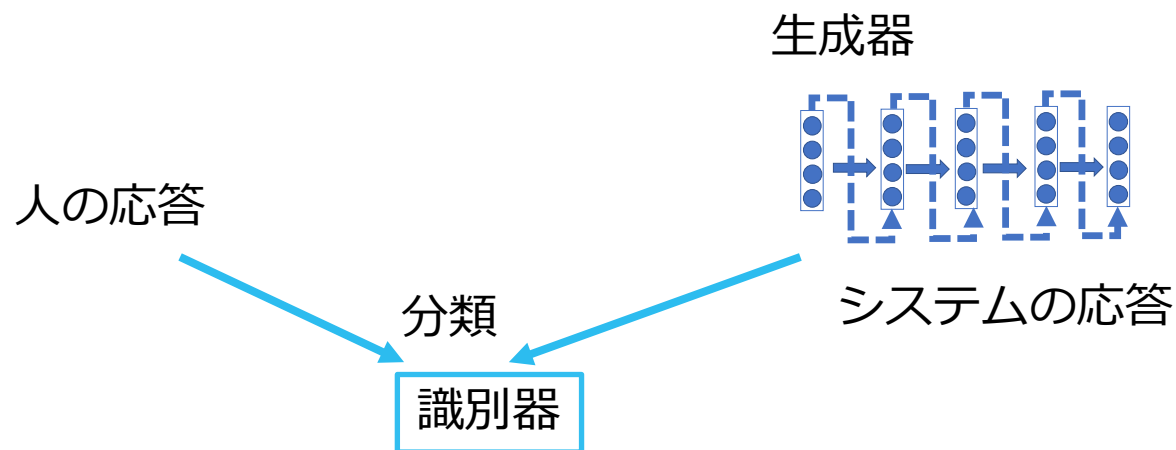
(b) ROUGE



(c) ADEM

参考: 敵対的学習の適用[Li+, EMNLP2017]

- 敵対的ネットワーク(GAN)と同様の構成
 - 応答を生成する生成器
 - 人の応答とシステム応答を分類する識別器
- 強化学習
 - 識別器が人の応答らしいと予測した度合いを報酬



ニューラル対話モデルの発展と課題

- 機械翻訳で成功した技術の輸入
 - 注意機構 [Shang+, 2015], etc.
- 対話モデル特有の発展
 - 話者交代のモデル化 [Serban+, 2016]
 - 発話者のモデル化 [Li+, 2016] [Ouchi&Tsuboi, 2016]
- 対話モデルの課題
 - 自動評価指標[Liu+, 2016] [Galley+ 2015] [Lowe+, 2017]
 - **多様性**[Li+, NAACL2016] [Li+, EMNLP2016]
 - 目的志向対話 [Lewis+, 2017]

多様性の課題 [Li+, NAACL2016]

- C: 文脈 R: 応答
- 最尤推定: $\max E[\log p(R|C)]$
 - “I don't know”などの汎用的な応答が選ばれがち
- 相互情報量最大化: $\max E \left[\log \frac{p(C,R)}{p(C)p(R)} \right] = \max E \left[\log \frac{p(R|C)}{p(R)} \right]$
 - $p(R)$ が大きい汎用な応答Rは選ばれにくくなる
 - 実際には λ パラメータを導入 $\log p(R|C) - \lambda \log p(R)$

多様性の課題 [Li+, NAACL2016] [Li+, EMNLP2016]

- 相互情報量をSeq2seqモデルの学習に使うのは困難
 - 2つのヒューリスティックス[Li+, NAACL2016]
 - $\log p(R|C) - \lambda \log p(R)$ は $p(R)$ が非文を生成しやすいため文頭だけで考慮する
 - 以下のように式変形し、 $p(R|C)$ で応答候補を生成し、 $p(C|R)$ でリランキング
- $$\log p(R|C) - \lambda \log p(R) = (1 - \lambda) \log p(R|C) - \lambda \log p(C|R)$$
- 強化学習として報酬の一つに相互情報量を使用[Li+, EMNLP2016]

ニューラル対話モデルの発展と課題

- 機械翻訳で成功した技術の輸入
 - 注意機構 [Shang+, 2015], etc.
- 対話モデル特有の発展
 - 話者交代のモデル化 [Serban+, 2016]
 - 発話者のモデル化 [Li+, 2016] [Ouchi&Tsuboi, 2016]
- 対話モデルの課題
 - 自動評価指標[Liu+, 2016] [Galley+ 2015] [Lowe+, 2017]
 - 多様性[Li+, NAACL2016] [Li+, EMNLP2016]
 - **目的志向対話** [Lewis+, 2017]

目的志向対話システム

Deal or No Deal? End-to-End Learning for Negotiation Dialogues [Lewis+,2017]

- 交渉タスク
 - 人によって点数（価値）の違うアイテム
 - 合計点数を最大化するように与えられた複数アイテムを分け合う
 - 用語
 - 与えられた点数（価値）とアイテム一覧をゴール g と呼ぶ
 - 選んだアイテムを出力 o と呼ぶ

Note. Retrieved from the original paper

Crowd Sourced Dialogue

Agent 1 Input

3xbook value=1
2xhat value=3
1xball value=1

Agent 2 Input

3xbook value=2
2xhat value=1
1xball value=2

Dialogue

Agent 1: I want the books and the hats, you get the ball

Agent 2: Give me a book too and we have a deal

Agent 1: Ok, deal

Agent 2: <choose>

合計 $2 \times 1 + 2 \times 3$

Agent 1 Output

2xbook 2xhat

$1 \times 2 + 1 \times 2$

Agent 2 Output

1xbook 1xball

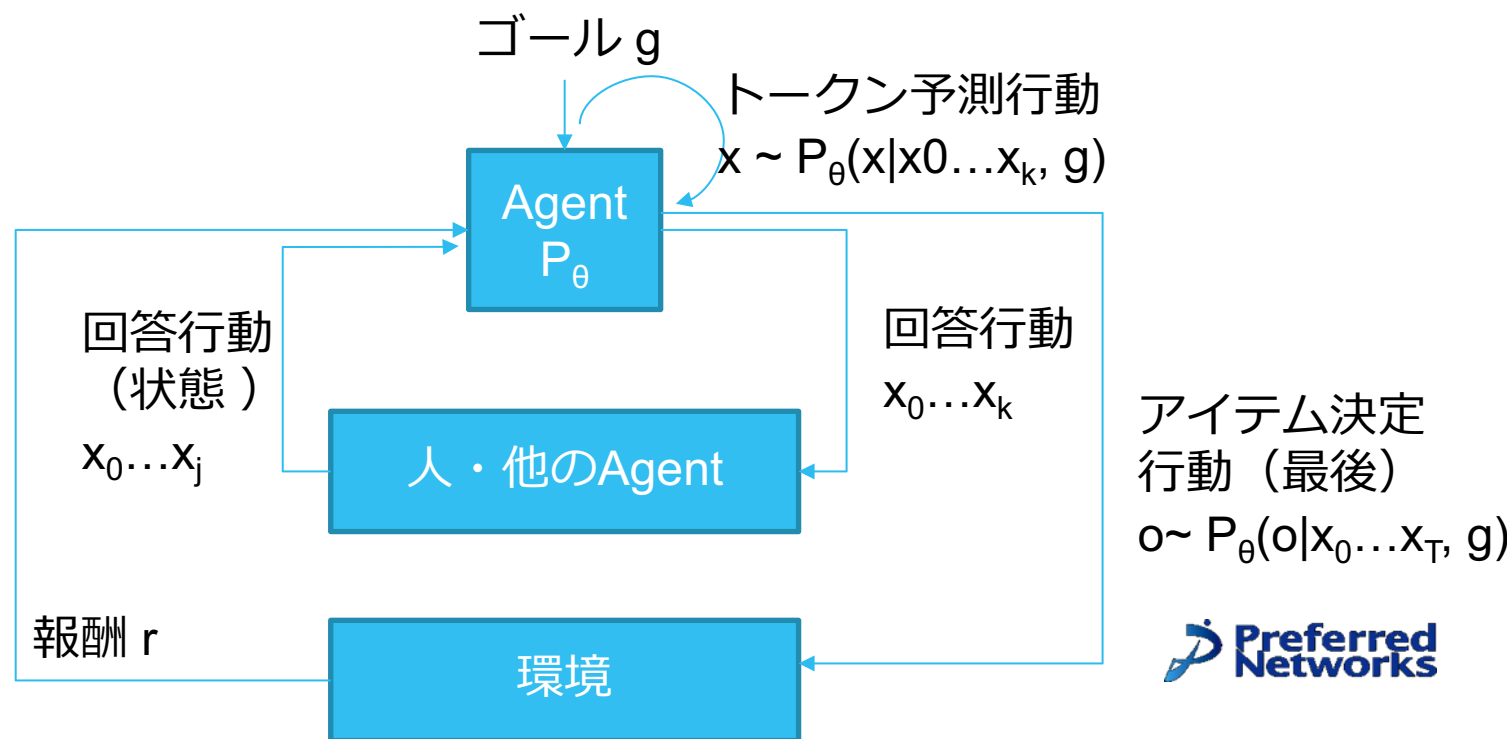
目的志向対話システム

Deal or No Deal? End-to-End Learning for Negotiation Dialogues (Lewis+, 2017)

- 強化学習としての問題設定

- 報酬: 分け合う個数を合意できた時のスコア。合意できなかった時は0
- 将来の報酬を最大化する

$$R(x_t) = \sum_{x_t \in X^A} \gamma^{T-t} (r^A(o) - \mu)$$



目的志向対話システム

Deal or No Deal? End-to-End Learning for Negotiation Dialogues (Lewis+, 2017)

- 教師あり学習したシステムと対話して報酬を計算 (self play)
 - 教師あり学習に比べて高いスコアを記録
- システムの傾向
 - 騙すような表現も学習できた
 - 価値の低いアイテムを最初にとろうと装う
 - 点数を上げるために粘り強く交渉する傾向
 - Dealまでの回数が多い
 - 言い換えて何度も同じ要求をする

ニューラル対話モデルの発展と課題

- 機械翻訳で成功した技術の輸入
 - 注意機構 [Shang+, 2015], etc.
- 対話モデル特有の発展
 - 話者交代のモデル化 [Serban+, 2016]
 - 発話者のモデル化 [Li+, 2016] [Ouchi&Tsuboi, 2016]
- 対話モデルの課題
 - 自動評価指標[Liu+, 2016] [Galley+ 2015] [Lowe+, 2017]
 - 多様性[Li+, NAACL2016] [Li+, EMNLP2016]
 - 目的志向対話 [Lewis+, 2017]

参考資料

- Iulian Vlad Serban, Ryan Lowe, Laurent Charlin, Joelle Pineau. A Survey of Available Corpora for Building Data-Driven Dialogue Systems. In arxiv 1512.05742
- 対話システム一般: 吉野 幸一郎さん@NAISTの資料
 - http://pomdp.net/docs/speechprocessing_dialogue_pub.pdf
 - http://pomdp.net/docs/zenno_20170131.pdf
- Neural Dialog Models: A Survey (by Tsuboi&Ouchi)
 - <http://2boy.org/~yuta/publications/neural-dialog-models-survey-20160115.pdf>

参考文献

- Oriol Vinyals and Quoc Le.
A neural conversational model. In Deep Learning Workshop (ICML 2015).
- Iulian V. Serban, Alessandro Sordoni, Yoshua Bengio, Aaron Courville, and Joelle Pineau
Building End-To-End Dialogue Systems Using Generative Hierarchical Neural Network Models. In AAAI 2016.
- Alessandro Sordoni, Michel Galley, Michael Auli, Chris Brockett, Yangfeng Ji, Meg Mitchell, Jian-Yun Nie, Jianfeng Gao, and Bill Dolan.
A neural network approach to context-sensitive generation of conversational responses. In NAACL-HLT 2015.
- Lifeng Shang, Zhengdong Lu, and Hang Li.
Neural Responding Machine for Short Text Conversation. In ACL-IJCNLP 2015.
- Ryan Lowe, Michael Noseworthy, Iulian Serban, Nicolas Angelard-Gontier, Yoshua Bengio, Joelle Pineau.
Towards an Automatic Turing Test: Learning to Evaluate Dialogue Responses.
In *ACL*, 2017.
- Jiwei Li, Will Monroe, Tianlin Shi, Alan Ritter and Dan Jurafsky.
Adversarial Learning for Neural Dialogue Generation. In EMNLP, 2017.
- Jiwei Li, Will Monroe, Alan Ritter, Michel Galley, Jianfeng Gao and Dan Jurafsky.
Deep Reinforcement Learning for Dialogue Generation. In EMNLP, 2016.
- Mike Lewis, Denis Yarats, Yann N. Dauphin, Devi Parikh, and Dhruv Batra.
Deal or No Deal? End-to-End Learning for Negotiation Dialogues. In arxiv 1706.05125
- Jiwei Li, Michel Galley, Chris Brockett, Jianfeng Gao, Bill Dolan
A Diversity-Promoting Objective Function for Neural Conversation Models. NAACL2016
- Jiwei Li, Michel Galley, Chris Brockett, Georgios P. Spithourakis, Jianfeng Gao, Bill Dolan
A Persona-Based Neural Conversation Model. ACL2016
- Michel Galley, Chris Brockett, Alessandro Sordoni, Yangfeng Ji, Michael Auli, Chris Quirk, Margaret Mitchell, Jianfeng Gao, Bill Dolan
deltaBLEU: A Discriminative Metric for Generation Tasks with Intrinsically Diverse Targets. In ACL-IJCNLP 2015