


Tugas Week 14 Machine Learning

Nama : Rizki Ramadhan

NIM : 1103213091

Dataset “Diabetes 130-US Hospitals for Years 1999-2008”

RNN dan Deep RNN



Diabetes 130-US Hospitals for Years 1999-2008

Donated on 5/2/2014

The dataset represents ten years (1999-2008) of clinical care at 130 US hospitals and integrated delivery networks. Each row concerns hospital records of patients diagnosed with diabetes, who underwent laboratory, medications, and stayed up to 14...

Dataset Characteristics

Multivariate

Feature Type

Categorical, Integer

Subject Area

Health and Medicine

Instances

101766

Associated Tasks

Classification, Clustering

Features

47

Model RNN

1. Hidden size 32

```
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: max, Optimizer: SGD, Epochs: 5: 0.4021813894074875
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: max, Optimizer: SGD, Epochs: 50: 0.49248305001473913
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: max, Optimizer: SGD, Epochs: 100: 0.5327699715043726
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: max, Optimizer: SGD, Epochs: 250: 0.5563034293013658
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: max, Optimizer: SGD, Epochs: 350: 0.5572369067505158
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: max, Optimizer: RMSprop, Epochs: 5: 0.5722708067210376
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: max, Optimizer: RMSprop, Epochs: 50: 0.582342537093446
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: max, Optimizer: RMSprop, Epochs: 100: 0.5858799253218041
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: max, Optimizer: RMSprop, Epochs: 250: 0.5819003635649013
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: max, Optimizer: RMSprop, Epochs: 350: 0.5825390586616881
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: max, Optimizer: Adam, Epochs: 5: 0.5643608135992926
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: max, Optimizer: Adam, Epochs: 50: 0.5833251449346566
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: max, Optimizer: Adam, Epochs: 100: 0.5890242704136779
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: max, Optimizer: Adam, Epochs: 250: 0.5881890537486489
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: max, Optimizer: Adam, Epochs: 350: 0.5866660115947725
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: avg, Optimizer: SGD, Epochs: 5: 0.43662179424191805
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: avg, Optimizer: SGD, Epochs: 50: 0.5319347548393436
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: avg, Optimizer: SGD, Epochs: 100: 0.514689987226098
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: avg, Optimizer: SGD, Epochs: 250: 0.5503095214699814
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: avg, Optimizer: SGD, Epochs: 350: 0.5576299498870001
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: avg, Optimizer: RMSprop, Epochs: 5: 0.5697160263338902
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: avg, Optimizer: RMSprop, Epochs: 50: 0.5793455831777538
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: avg, Optimizer: RMSprop, Epochs: 100: 0.5823916674855065
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: avg, Optimizer: RMSprop, Epochs: 250: 0.584012970423504
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: avg, Optimizer: RMSprop, Epochs: 350: 0.5811634076839933
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: avg, Optimizer: Adam, Epochs: 5: 0.5589073400805739
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: avg, Optimizer: Adam, Epochs: 50: 0.5793455831777538
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: avg, Optimizer: Adam, Epochs: 100: 0.5781664537683011
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: avg, Optimizer: Adam, Epochs: 250: 0.589122531197799
Final Accuracy for Hidden Size: 32, Pooling: avg, Optimizer: Adam, Epochs: 350: 0.586715141986833
```

A. Pooling Method (Max vs Avg)

Pooling Max menunjukkan performa stabil yang cenderung meningkat dengan bertambahnya epoch, terutama saat menggunakan optimizer Adam dan RMSprop. Contohnya, dengan Adam pada 250 epoch, akurasi mencapai 58.8%.

Pooling Avg memiliki performa awal yang lebih rendah dibanding pooling Max, tetapi menunjukkan peningkatan signifikan pada optimizer Adam dengan akurasi 58.9% pada 250 epoch.

Kesimpulan: Pooling Max konsisten lebih baik untuk akurasi awal, sedangkan pooling Avg bersaing pada epoch tinggi.

B. Optimizer (SGD, RMSprop, Adam)

SGD menunjukkan akurasi terendah di semua skenario. Akurasi terbaiknya berada di sekitar 55-57% setelah 350 epoch.

RMSprop menunjukkan peningkatan lebih cepat dibanding SGD, dengan akurasi terbaik di kisaran 58.2-58.5%.

Adam memberikan performa terbaik di sebagian besar skenario, dengan akurasi tertinggi sebesar 58.9% pada pooling Avg (250 epoch).

Kesimpulan: Adam adalah pilihan terbaik untuk stabilitas dan performa tinggi, diikuti oleh RMSprop.

C. Jumlah Epoch

Pada semua optimizer, akurasi meningkat dengan bertambahnya epoch hingga mencapai titik jenuh (sekitar 250-350 epoch). Misalnya, SGD dengan pooling Max mencapai akurasi puncak 55.7% pada 350 epoch, sedangkan Adam mencapai 58.9% pada 250 epoch.

Setelah 250 epoch, penambahan epoch sering kali tidak memberikan peningkatan signifikan, atau bahkan sedikit menurun karena kemungkinan overfitting.

Kesimpulan: 250 epoch adalah titik optimal untuk sebagian besar kombinasi hyperparameter.

D. Kesimpulan Hidden size

Untuk hidden size 32, gunakan kombinasi Adam optimizer, pooling Avg, dan 250 epoch untuk hasil terbaik, dengan akurasi 58.9%. Jika performa awal lebih penting, gunakan pooling Max.

2. Hidden size 64

```
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: max, Optimizer: SGD, Epochs: 5: 0.28736366316203205
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: max, Optimizer: SGD, Epochs: 50: 0.4917952245258917
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: max, Optimizer: SGD, Epochs: 100: 0.540336051881694
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: max, Optimizer: SGD, Epochs: 250: 0.5537486489142184
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: max, Optimizer: SGD, Epochs: 350: 0.557433428318758
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: max, Optimizer: RMSprop, Epochs: 5: 0.5561560381251842
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: max, Optimizer: RMSprop, Epochs: 50: 0.578903409649209
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: max, Optimizer: RMSprop, Epochs: 100: 0.5811142772919328
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: max, Optimizer: RMSprop, Epochs: 250: 0.5811634076839933
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: max, Optimizer: RMSprop, Epochs: 350: 0.5810160165078118
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: max, Optimizer: Adam, Epochs: 5: 0.5735481969146113
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: max, Optimizer: Adam, Epochs: 50: 0.583177753758475
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: max, Optimizer: Adam, Epochs: 100: 0.5882381841407095
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: max, Optimizer: Adam, Epochs: 250: 0.5871081851233173
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: max, Optimizer: Adam, Epochs: 350: 0.5874029674756804
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: avg, Optimizer: SGD, Epochs: 5: 0.31718581114277294
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: avg, Optimizer: SGD, Epochs: 50: 0.4657561167338115
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: avg, Optimizer: SGD, Epochs: 100: 0.5211751989780878
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: avg, Optimizer: SGD, Epochs: 250: 0.5558612557728211
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: avg, Optimizer: SGD, Epochs: 350: 0.5589073400805739
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: avg, Optimizer: RMSprop, Epochs: 5: 0.5622482067406898
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: avg, Optimizer: RMSprop, Epochs: 50: 0.5786086272968458
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: avg, Optimizer: RMSprop, Epochs: 100: 0.581605581212538
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: avg, Optimizer: RMSprop, Epochs: 250: 0.5783138449444827
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: avg, Optimizer: RMSprop, Epochs: 350: 0.5826373194458092
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: avg, Optimizer: Adam, Epochs: 5: 0.5704038518227376
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: avg, Optimizer: Adam, Epochs: 50: 0.5809177557236906
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: avg, Optimizer: Adam, Epochs: 100: 0.5868625331630146
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: avg, Optimizer: Adam, Epochs: 250: 0.5862238380662278
Final Accuracy for Hidden Size: 64, Pooling: avg, Optimizer: Adam, Epochs: 350: 0.585683403753562
```

A. Pooling Method (Max vs Avg)

Pooling Max menunjukkan performa awal yang lebih baik dibanding pooling Avg, terutama dengan SGD. Contohnya, pada 5 epoch, pooling Max dengan SGD menghasilkan akurasi 28.7%, lebih tinggi dibanding pooling Avg dengan 31.7%.

Dengan bertambahnya epoch, pooling Max secara konsisten menunjukkan performa yang lebih stabil pada optimizer RMSprop dan Adam, dengan akurasi tertinggi mencapai 58.8% (Adam, 100 epoch).

Pooling Avg bersaing ketat pada epoch tinggi, tetapi tidak mencapai performa maksimal yang sama seperti pooling Max. Pada 350 epoch dengan Adam, akurasi hanya mencapai 58.5%.

Kesimpulan: Pooling Max lebih unggul dalam stabilitas dan akurasi pada hidden size 64.

B. Optimizer (SGD, RMSprop, Adam)

SGD menunjukkan peningkatan lambat dengan pooling Max dan Avg. Akurasi terbaiknya mencapai 55.8% dengan pooling Avg dan 55.7% dengan pooling Max pada 350 epoch.

RMSprop memberikan peningkatan performa lebih cepat dibanding SGD. Akurasi mencapai 58.1% (pooling Max, 100 epoch), tetapi stagnan pada epoch lebih tinggi.

Adam memberikan performa terbaik secara keseluruhan. Akurasi tertinggi adalah 58.8% (pooling Max, 100 epoch) dan 58.6% (pooling Avg, 100 epoch). Namun, performanya cenderung menurun setelah 250 epoch, mengindikasikan kemungkinan overfitting.

Kesimpulan: Adam adalah optimizer terbaik, terutama pada epoch rendah hingga menengah (100-250 epoch).

C. Jumlah Epoch

Peningkatan epoch menghasilkan kenaikan akurasi yang signifikan hingga titik jenuh (250-350 epoch). Contohnya, akurasi pooling Max dengan SGD meningkat dari 28.7% (5 epoch) menjadi 55.7% (350 epoch).

Pada semua optimizer, performa cenderung stabil atau menurun sedikit setelah 250 epoch. Hal ini terlihat dengan Adam di pooling Max, di mana akurasi mencapai puncak 58.8% pada 100 epoch, tetapi menurun sedikit menjadi 58.7% pada 250 epoch.

Kesimpulan: 100-250 epoch adalah rentang optimal untuk menjaga keseimbangan antara akurasi dan efisiensi.

D. Kesimpulan Hidden size

Untuk hidden size 64, gunakan kombinasi Adam optimizer, pooling Max, dan 100-250 epoch untuk hasil terbaik, dengan akurasi tertinggi sebesar 58.8%. Pooling Avg dapat dipertimbangkan jika membutuhkan pendekatan yang lebih seragam untuk data yang lebih beragam.

3. Hidden size 128

```

Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: max, Optimizer: SGD, Epochs: 5: 0.46148177262454554
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: max, Optimizer: SGD, Epochs: 50: 0.5270217156332907
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: max, Optimizer: SGD, Epochs: 100: 0.5553699518522158
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: max, Optimizer: SGD, Epochs: 250: 0.559202122432937
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: max, Optimizer: SGD, Epochs: 350: 0.5631325537977793
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: max, Optimizer: RMSprop, Epochs: 5: 0.48707870688808097
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: max, Optimizer: RMSprop, Epochs: 50: 0.5830794929743539
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: max, Optimizer: RMSprop, Epochs: 100: 0.5830303625822935
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: max, Optimizer: RMSprop, Epochs: 250: 0.5768890635747274
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: max, Optimizer: RMSprop, Epochs: 350: 0.5811634076839933
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: max, Optimizer: Adam, Epochs: 5: 0.5745799351478825
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: max, Optimizer: Adam, Epochs: 50: 0.5829321017981723
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: max, Optimizer: Adam, Epochs: 100: 0.5888277488454358
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: max, Optimizer: Adam, Epochs: 250: 0.5863712292424094
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: max, Optimizer: Adam, Epochs: 350: 0.5876977498280437
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: avg, Optimizer: SGD, Epochs: 5: 0.3315810160165078
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: avg, Optimizer: SGD, Epochs: 50: 0.5100717303724084
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: avg, Optimizer: SGD, Epochs: 100: 0.5452490910877469
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: avg, Optimizer: SGD, Epochs: 250: 0.5584160361599686
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: avg, Optimizer: SGD, Epochs: 350: 0.5620516851724476
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: avg, Optimizer: RMSprop, Epochs: 5: 0.5407290950181782
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: avg, Optimizer: RMSprop, Epochs: 50: 0.5813599292522355
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: avg, Optimizer: RMSprop, Epochs: 100: 0.5691755920212244
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: avg, Optimizer: RMSprop, Epochs: 250: 0.5806229733713275
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: avg, Optimizer: RMSprop, Epochs: 350: 0.5809668861157512
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: avg, Optimizer: Adam, Epochs: 5: 0.5738429792669746
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: avg, Optimizer: Adam, Epochs: 50: 0.5832268841505355
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: avg, Optimizer: Adam, Epochs: 100: 0.5881890537486489
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: avg, Optimizer: Adam, Epochs: 250: 0.5852903606170777
Final Accuracy for Hidden Size: 128, Pooling: avg, Optimizer: Adam, Epochs: 350: 0.5888277488454358

```

A. Pooling Method (Max vs Avg)

Pooling Max menghasilkan performa awal yang lebih baik dibandingkan pooling Avg. Pada 5 epoch, pooling Max dengan Adam mencapai akurasi 57.4%, sedangkan pooling Avg hanya mencapai 33.1%.

Dengan bertambahnya epoch, pooling Max menunjukkan peningkatan performa yang lebih konsisten, terutama dengan Adam, yang mencapai akurasi tertinggi 58.8% pada 100 epoch. Pooling Avg juga menunjukkan peningkatan, tetapi cenderung stagnan pada angka 58.8% pada epoch 350 dengan Adam.

Kesimpulan: Pooling Max memberikan hasil yang lebih stabil dan lebih tinggi dibandingkan pooling Avg, khususnya pada optimizer yang lebih baik.

B. Optimizer (SGD, RMSprop, Adam)

SGD menunjukkan performa yang meningkat secara perlahan. Pada pooling Max, akurasi tertinggi adalah 56.3% (350 epoch), sedangkan pada pooling Avg, akurasi mencapai 56.2% (350 epoch).

RMSprop memperlihatkan performa yang lebih baik dibanding SGD, dengan akurasi tertinggi 58.1% (pooling Max, 350 epoch). Namun, hasilnya sedikit menurun setelah 100 epoch, kemungkinan karena overfitting.

Adam menunjukkan hasil terbaik secara keseluruhan. Pada pooling Max dan Avg, Adam mencapai akurasi tertinggi 58.8% pada 100-350 epoch. Performa tetap stabil meskipun dengan jumlah epoch tinggi.

Kesimpulan: Adam adalah optimizer terbaik untuk hidden size 128, dengan performa optimal di pooling Max dan Avg.

C. Jumlah Epoch

Semua kombinasi menunjukkan peningkatan performa seiring bertambahnya epoch hingga titik jenuh di 250-350 epoch. Misalnya, pooling Max dengan Adam meningkat dari 57.4% (5 epoch) ke 58.8% (100 epoch) tetapi stagnan setelahnya.

Pada pooling Avg, Adam juga mencapai performa tertinggi 58.8% pada epoch 350, menunjukkan stabilitas meskipun ada risiko overfitting pada jumlah epoch tinggi.

Kesimpulan: Rentang optimal adalah 100-250 epoch untuk mendapatkan akurasi maksimal dengan efisiensi waktu pelatihan.

D. Kesimpulan hidden size

Untuk hidden size 128, gunakan kombinasi Adam optimizer, pooling Max, dan 100 epoch untuk hasil terbaik dengan akurasi 58.8%. Pooling Avg dapat menjadi alternatif jika stabilitas performa dibutuhkan pada jumlah epoch tinggi

KESIMPULAN

```
Best Hyperparameters: {'hidden_size': 32, 'pooling_type': 'avg', 'optimizer': 'Adam', 'epochs': 250}  
Best Accuracy: 0.589122531197799
```

Setelah menganalisis berbagai konfigurasi hyperparameter (hidden size, pooling type, optimizer, dan epochs), model RNN dengan hyperparameter terbaik adalah:

Hyperparameter Terbaik:

Hidden Size: 32

Pooling Type: Average (Avg)

Optimizer: Adam

Epochs: 250

Akurasi Tertinggi: 0.5891 (atau 58.91%)

Model Deep RNN

1. Hidden size 32

A. Jumlah Layer

- 2 Layer:
 - Performa paling stabil dengan akurasi terbaik mencapai 58.92% (Adam, pooling Avg, 350 epoch).
 - RMSprop dan Adam lebih unggul dibanding SGD, terutama pada epoch tinggi.
- 3 Layer:
 - Performa sedikit lebih rendah dari 2 layer. Akurasi terbaik 58.91% (Adam, pooling Avg, 350 epoch).
 - Adam tetap menjadi optimizer terbaik.
- 4 Layer:
 - Tidak ada peningkatan signifikan dibanding 2 atau 3 layer. Akurasi terbaik adalah 58.89% (Adam, pooling Avg, 350 epoch).
 - Performa menurun pada RMSprop dan SGD, kemungkinan karena kompleksitas model yang tinggi.

Kesimpulan: 2 layer adalah pilihan terbaik untuk hidden size 32, memberikan akurasi tinggi dengan stabilitas yang baik.

B. Pooling Method (Max vs Avg)

- Pooling Max:
 - Secara keseluruhan, pooling Max menunjukkan performa yang kompetitif, dengan akurasi terbaik 58.92% (Adam, 250 epoch).
 - Konsisten lebih baik pada epoch rendah hingga menengah.
- Pooling Avg:
 - Pooling Avg memberikan hasil terbaik pada epoch tinggi, terutama dengan Adam. Akurasi terbaik adalah 58.92% (Adam, 350 epoch).
 - RMSprop dan Adam bekerja lebih baik pada pooling Avg dibandingkan Max

Kesimpulan: Pooling Avg sedikit lebih unggul dibanding Max, terutama pada epoch tinggi.

C. Optimizer (SGD, RMSprop, Adam)

- SGD:
 - Akurasi meningkat lambat, mencapai maksimum 54.8% (Pooling Avg, 350 epoch).
 - Tidak direkomendasikan karena performa yang lebih rendah dibandingkan optimizer lainnya.
- RMSprop:
 - Performa lebih cepat meningkat dibanding SGD. Akurasi tertinggi adalah 58.38% (Pooling Avg, 250 epoch).
 - Namun, hasil stagnan pada epoch tinggi.
- Adam:
 - Konsisten memberikan hasil terbaik. Akurasi tertinggi mencapai 58.92% (Pooling Avg, 350 epoch).
 - Direkomendasikan untuk kombinasi pooling Max atau Avg.

Kesimpulan: Adam adalah optimizer terbaik untuk hidden size 32.

D. Jumlah Epoch

Pada semua kombinasi, akurasi meningkat hingga 250 epoch dan stagnan atau sedikit menurun setelahnya.

Epoch optimal adalah 250 untuk keseimbangan akurasi dan efisiensi waktu pelatihan.

E. Kesimpulan hidden size

Hyperparameter Optimal untuk Deep RNN dengan Hidden Size 32: Layers: 2 Pooling: Avg Optimizer: Adam Epochs: 250 Akurasi Terbaik: 58.92%

2. Hidden size 64

A. Jumlah Layer

2 Layer:

Performa paling stabil, dengan akurasi tertinggi mencapai 58.85% (Adam, pooling Max, 100 epoch).

Adam bekerja lebih baik dibandingkan optimizer lain, dengan akurasi yang stabil pada semua kombinasi.

3 Layer:

Performa menurun dibandingkan 2 layer, meskipun akurasi tertinggi mencapai 58.81% (Adam, pooling Avg, 50 epoch).

Penambahan layer tampaknya meningkatkan kompleksitas tanpa memberikan keuntungan signifikan.

4 Layer:

Performa terbaik muncul pada Adam, pooling Max, dengan akurasi tertinggi 59.06% (100 epoch). Namun, performa RMSprop dan SGD secara umum menurun drastis pada 4 layer.

Risiko overfitting meningkat, terutama dengan pooling Avg dan RMSprop.

Kesimpulan: 2 layer memberikan stabilitas yang baik, tetapi 4 layer dengan Adam dapat memberikan akurasi tertinggi jika dikontrol dengan baik.

B. Pooling Method (Max vs Avg)

Pooling Max:

Konsisten memberikan akurasi terbaik, terutama dengan Adam pada jumlah layer yang lebih kecil (2 layer). Akurasi terbaik mencapai 59.06% (Adam, 4 layer, 100 epoch).

Stabilitas lebih tinggi dibandingkan pooling Avg pada sebagian besar kombinasi.

Pooling Avg:

Performa sedikit lebih rendah dibandingkan pooling Max, meskipun kompetitif pada kombinasi tertentu. Akurasi tertinggi mencapai 58.81% (Adam, 3 layer, 50 epoch).

RMSprop bekerja lebih baik pada pooling Avg dibandingkan SGD.

Kesimpulan: Pooling Max adalah pilihan optimal untuk hidden size 64, memberikan performa konsisten pada Adam dan RMSprop.

C. Optimizer (SGD, RMSprop, Adam)

SGD:

Peningkatan lambat dengan akurasi maksimum 55.35% (pooling Avg, 350 epoch). Tidak direkomendasikan karena performa yang lebih rendah.

RMSprop:

Memberikan akurasi yang lebih baik dibanding SGD, tetapi tidak sebaik Adam. Akurasi terbaik adalah 57.97% (pooling Avg, 250 epoch).

Adam:

Konsisten memberikan akurasi terbaik di semua kombinasi. Akurasi tertinggi mencapai 59.06% (pooling Max, 4 layer, 100 epoch).

Kesimpulan: Adam adalah optimizer terbaik untuk hidden size 64.

D. Jumlah Epoch

Performa meningkat signifikan hingga 100 epoch, setelah itu cenderung stagnan atau menurun pada beberapa kombinasi (kemungkinan overfitting).

Epoch optimal untuk hidden size 64 adalah 100 epoch

E. Kesimpulan hidden size

Hyperparameter Optimal untuk Deep RNN dengan Hidden Size 64:

Layers: 4

Pooling: Max

Optimizer: Adam

Epochs: 100

Akurasi Terbaik: 59.06%

3. Hidden size 128

A. Jumlah Layer

2 Layer:

Memberikan hasil paling stabil dengan akurasi tertinggi mencapai 58.94% (Adam, pooling Max, 250 epoch).

RMSprop dan SGD menunjukkan performa yang lebih rendah dibanding Adam.

3 Layer:

Menunjukkan peningkatan pada kombinasi tertentu, dengan akurasi tertinggi 59.19% (Adam, pooling Max, 250 epoch).

Penambahan layer memberikan hasil baik jika menggunakan Adam, namun RMSprop menunjukkan performa yang tidak stabil.

4 Layer:

Tidak ada peningkatan signifikan dibandingkan 2 atau 3 layer. Akurasi tertinggi mencapai 58.67% (Adam, pooling Max, 100 epoch).

Overfitting lebih sering terjadi, terutama pada kombinasi RMSprop.

Kesimpulan: 3 layer dengan Adam memberikan hasil terbaik untuk hidden size 128.

B. Pooling Method (Max vs Avg)

Pooling Max:

Konsisten memberikan akurasi terbaik, terutama dengan Adam pada semua jumlah layer. Akurasi tertinggi mencapai 59.19% (Adam, 3 layer, 250 epoch).

Pooling Max lebih unggul pada optimizer Adam dan RMSprop.

Pooling Avg:

Kompetitif pada kombinasi tertentu, tetapi secara umum performanya sedikit lebih rendah dibanding pooling Max. Akurasi tertinggi adalah 58.88% (Adam, 2 layer, 250 epoch).

RMSprop bekerja lebih baik pada pooling Avg dibandingkan SGD.

Kesimpulan: Pooling Max adalah pilihan optimal untuk hidden size 128, terutama dengan Adam.

C. Optimizer (SGD, RMSprop, Adam)

SGD:

Memiliki peningkatan lambat dengan akurasi maksimum 55.54% (pooling Avg, 350 epoch). Tidak direkomendasikan untuk model kompleks.

RMSprop:

Akurasi lebih tinggi dibanding SGD, tetapi tidak sebaik Adam. Akurasi terbaik adalah 57.65% (pooling Max, 250 epoch).

Tidak stabil pada 3 dan 4 layer, dengan kecenderungan overfitting.

Adam:

Konsisten memberikan performa terbaik di semua kombinasi. Akurasi tertinggi adalah 59.19% (pooling Max, 3 layer, 250 epoch).

Kesimpulan: Adam adalah optimizer terbaik untuk hidden size 128.

D. Jumlah Epoch

Performa meningkat signifikan hingga 250 epoch, setelah itu sering terjadi overfitting, terutama pada RMSprop dan pooling Avg.

Epoch optimal untuk hidden size 128 adalah 250 epoch.

E. Kesimpulan hidden size

Hyperparameter Optimal untuk Deep RNN dengan Hidden Size 128:

Layers: 3

Pooling: Max

Optimizer: Adam

Epochs: 250

Akurasi Terbaik: 59.19%

KESIMPULAN MODEL DEEP RNN

Best Hyperparameters: {'hidden_size': 128, 'num_layers': 3, 'pooling_type': 'max', 'optimizer': 'Adam', 'epochs': 250}

Best Accuracy: 0.5919720939373097

Dari semua konfigurasi hyperparameter yang diuji pada model Deep RNN, berikut adalah hyperparameter terbaik dan analisis keseluruhan:

Hyperparameter Terbaik:

Hidden Size: 128

Number of Layers: 3

Pooling Type: Max

Optimizer: Adam

Epochs: 250

Best Accuracy: 59.19%

Alasan Pemilihan Hyperparameter Terbaik:

1. Hidden Size (128):

- Hidden size 128 memberikan performa terbaik karena memiliki kapasitas yang cukup untuk menangani kompleksitas data tanpa terlalu meningkatkan risiko overfitting. Performa hidden size 32 dan 64 lebih rendah pada semua kombinasi.

2. Number of Layers (3):

- Tiga layer adalah konfigurasi optimal. Dua layer memberikan hasil yang stabil tetapi kurang fleksibel untuk menangkap kompleksitas data. Empat layer cenderung menyebabkan overfitting, terutama dengan optimizer RMSprop.

3. Pooling Type (Max):

- Pooling Max menghasilkan performa yang lebih konsisten dibandingkan Pooling Avg, terutama dengan Adam dan pada hidden size besar seperti 128. Max pooling lebih efektif dalam menangkap fitur penting pada data.

4. Optimizer (Adam):

- Adam consistently memberikan performa terbaik di semua kombinasi. Dengan kemampuan adaptif learning rate, Adam bekerja lebih baik dibandingkan SGD dan RMSprop, terutama pada epoch tinggi.

5. **Epochs (250):**

- 250 epoch adalah titik optimal di mana model mencapai akurasi terbaik sebelum risiko overfitting meningkat, terutama dengan kombinasi hidden size besar dan pooling Max.