

# **PENGECAMAN SPESIS BURUNG DENGAN PEMBELAJARAN MENDALAM**

Nelson Teo Chang Jun

Khairuddin Omar

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia

## **ABSTRACT**

Identification of bird species is a challenging task often resulting in ambiguous labels. Even professional bird watchers sometimes disagree on the species given an image of a bird. It is a difficult problem that pushes the limits of the visual abilities for both humans and computers. Although different bird species share the same basic set of parts, different bird species can vary dramatically in shape and appearance. Intra-class variance is high due to variation in lighting and background and extreme variation in pose. In my project, I will use dataset of bird images Caltech-UCSD Birds two hundred |CUB-200-2011| for training and testing purpose. My project aims to employ the power of deep learning to help amateur bird watchers identify bird species from the images they capture. This project will use Google Colaboratory, PyTorch and Streamlit to develop. The output of the research is a deep learning model that can identify every bird species from the set data. The accuracy of this model recorded at 78.24% for top 1 accuracy while for top 5 accuracy, the accuracy are recorded at 94.79%.

## **ABSTRAK**

Pengecaman spesis burung adalah tugas yang mencabar yang sering menghasilkan label yang tidak jelas. Malah pemerhati burung profesional kadang-kadang tidak bersetuju dengan spesis yang diberi oleh gambar burung. Ini adalah masalah sukar yang mendorong had kemampuan visual untuk manusia dan komputer. Walaupun spesis burung yang berbeza mempunyai sekumpulan bahagian yang sama, spesis burung yang berbeza itu berbeza dari segi bentuk dan rupa. Projek ini akan menggunakan set data gambar burung Caltech-UCSD Birds two hundred | CUB-200-2011 | bagi tujuan latihan dan ujian. Pengecaman burung ini akan menggunakan pembelajaran mendalam Mask

R-CNN untuk membantu pemerhati burung amatur mengenal pasti spesies burung dari gambar yang mereka tangkap. Pembangunan sistem akan dijalankan dengan menggunakan Google Colaboratory, PyTorch dan Streamlit. Hasil penyelidikan adalah model pembelajaran mendalam yang dapat mengenal pasti setiap spesies burung dari set data. Hasil ketepatan bagi model ini mencatatkan 78.24% untuk ketepatan top 1 manakala ketepatan top 5 mencatatkan ketepatan sebanyak 94.79%.

## **1 PENGENALAN**

Burung merupakan haiwan yang bersayap, mempunyai dua kaki, bertelur dan berdarah panas. Burung terdapat di seluruh dunia dan spesies burung dianggarkan mempunyai 10000 spesies. Disebabkan spesiesnya yang begitu banyak, ini menjadikan manusia sukar untuk mengenali pasti kesemua spesies burung yang ada di dunia ini. Hanya orang yang mempunyai kepakaran dalam bidang ini saja yang dapat mengenali spesies burung dengan tepat. Bagi orang yang tidak mempunyai kepakaran pula, mungkin mereka dapat mengenali 20 jenis burung atau kurang dari itu. Spesies burung dicirikan oleh bentuk bulu dan warna, saiz, warna, warna mata, kaki, puncak dan banyak lagi ciri lain dan sebagainya. Oleh itu, satu sistem mengecam spesies burung dengan menggunakan imej perlu diwujudkan untuk membantu manusia bagi mengenali spesies burung dengan tepat. Sistem ini adalah amat berguna untuk peminat burung, saintis-saintis dan orang awam.

Sistem ini merupakan sistem pembelajaran mesin yang dapat mengecam spesies bird dengan menggunakan imej burung tersebut. Kita hanya perlu mengambil imej burung dan sistem ini akan mengecam spesies burung tersebut. Kaedah pembelajaran mendalam akan digunakan untuk mengecam spesies daripada imej.

## **2 PEMASALAHAN KAJIAN**

Penyataan masalah dalam kajian ini adalah kebanyakan manusia tidak boleh mengecam spesies burung dengan tepat. Manusia yang tidak mempunyai kepakaran hanya boleh mengecam dengan merujuk buku atau sumber lain. Pada masa yang sama pula, bukan semua buku mempunyai maklumat spesies yang hendak dikecam. Selain itu,

klasifikasi peringkat asas tidak dapat mengecam spesis burung dengan tepat. Perbezaan bentuk spesis burung yang tidak ketara boleh menyebabkan kesilapan kuantisasi. Ciri diskriminatif yang tidak mencukupi disebabkan ciri-ciri burung yang hampir sama juga menyebabkan spesis burung tidak dapat dicam dengan tepat.

### **3 OBJEKTIF KAJIAN**

Antara objektif yang ingin dicapai dalam kajian ini adalah untuk membangunkan satu model pengecaman spesis burung dengan menggunakan pembelajaran mendalam. Selain itu, kajian ini juga bertujuan untuk mencadangkan ciri diskriminasi burung yang membantu dalam klasifikasi spesis burung.

### **4 METHOD KAJIAN**

Metodologi yang digunakan bagi kajian ini adalah kaedah iteratif (*iterative*). Metodologi ini mempunyai beberapa fasa. Metodologi ini mempunyai beberapa fasa:

1. Perancangan dan Keperluan: Pada fasa ini, perancangan awal akan dibuat. Dokumen spesifikasi akan ditetapkan dan keperluan untuk kajian ini akan dikenal pasti.
2. Analisis dan Bentuk: Analisis akan dilakukan pada fasa ini untuk dicatat. Reka bentuk kajian ini turut perlu dilakukan.
3. Pelaksanaan: Kesemua benda yang kita rancang akan dilaksanakan di fasa ini. Kesemua dokumen perancangan, reka bentuk dan spesifikasi akan dilaksanakan.
4. Pengujian: Pengujian akan dilakukan untuk menguji sama ada kajian yang kita jalankan mempunyai masalah atau tidak.
5. Penilaian: Memeriksa dan menilai kajian yang telah dijalankan.

## 4.1 Fasa Perancangan

Langkah pertama untuk pembangunan sistem ini ialah perancangan awal seperti memetakan dokumen spesifikasi, menubuhkan keperluan perisian dan perkakasan. Hal ini adalah untuk membuat persediaan untuk peringkat yang akan datang.

## 4.2 Fasa Analisis

Setelah fasa perancangan dan keperluan, analisis dilakukan bagi mengenal pasti masalah dan mencari penyelesaian bagi masalah tersebut. Analisis dilakukan untuk mendapatkan model pangkalan data yang diperlukan pada tahap ini dalam projek ini. Peringkat reka bentuk juga berlaku di sini. Hal ini adalah untuk mewujudkan keperluan teknikal seperti bahasa dan lapisan data yang akan digunakan untuk memenuhi keperluan tahap analisis.

### 4.2.1 Spesifikasi Keperluan Sistem

#### a) Keperluan Sistem

Antara keperluan sistem dalam kajian ini adalah:

1. Sistem ini merupakan sistem yang mesra pengguna, pengguna hanya perlu memuat naik imej burung untuk diklasifikasi oleh sistem.
2. Sistem ini akan memaparkan nama dan nama saintifik spesis burung yang dimuat naik oleh pengguna.
3. Sistem ini akan memaparkan maklumat burung tersebut dengan menyediakan pautan *Wikipedia* spesis burung yang dikenal pasti.

## b) Keperluan Perkakasan Dan Keperluan Perisian

Jadual 1 menunjukkan spesifikasi keperluan perkakasan. Antara keperluan perkakasan adalah:

Jadual 1: Keperluan perkakasan

	Pengguna	Pembangun
RAM	4GB	8GB
CPU	Intel Core I5	Intel Core I5
Cakera keras	HDD	SSD

Jadual 2 menunjukkan spesifikasi keperluan perkakasan. Antara keperluan perisian adalah:

Jadual 2: Keperluan perisian

Pengguna	- Pelayar web seperti: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Google Chrome</i></li> <li>2. <i>Mozilla Firefox</i></li> <li>3. <i>Safari</i></li> <li>4. <i>Microsoft Edge</i></li> </ol>
Pembangun	- <i>Google Colaboratory</i>

### 4.3 Fasa Reka Bentuk

#### 4.3.1 Reka Bentuk Pangkalan Data

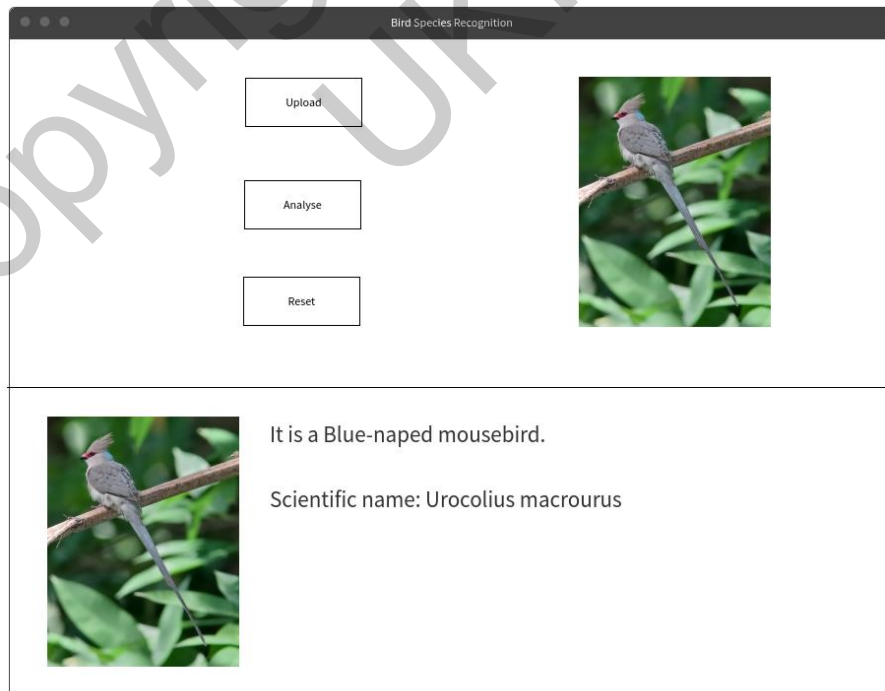
Projek ini akan menggunakan set data Caltech-UCSD Birds-200-2011 (CUB-200-2011) yang di muat turun dari laman web Kaggle. Set data ini mengandungi 11,788 imej burung yang terdiri daripada pelbagai 200 jenis spesis burung. Rajah 1 menunjukkan contoh imej daripada set data.



Rajah 1: Contoh imej yang digunakan

### 4.3.2 Reka Bentuk Antara Muka

Rajah 2 menunjukkan bahawa reka bentuk antara muka yang dicadangkan dalam projek ini.



Rajah 2: Reka bentuk antara muka yang dicadangkan

Dengan memilih butang “Upload”, pengguna boleh memuat naik imej burung. Selepas imej tersebut dimuat naik, pengguna memilih butang “Analyse”. Selepas butang “Analyse” dipilih, sistem akan menjalankan pengesanan burung. Akhirnya, nama dan nama saintifik burung tersebut akan dipaparkan. Pengguna boleh memilih butang “Reset” untuk memulakan pengesanan yang baru. Mesra pengguna merupakan fokus yang paling utama dalam antara muka sistem pengecaman spesies burung.

### 4.3.3 Reka Bentuk Algorithma

#### 1. Pengumpulan Set Data

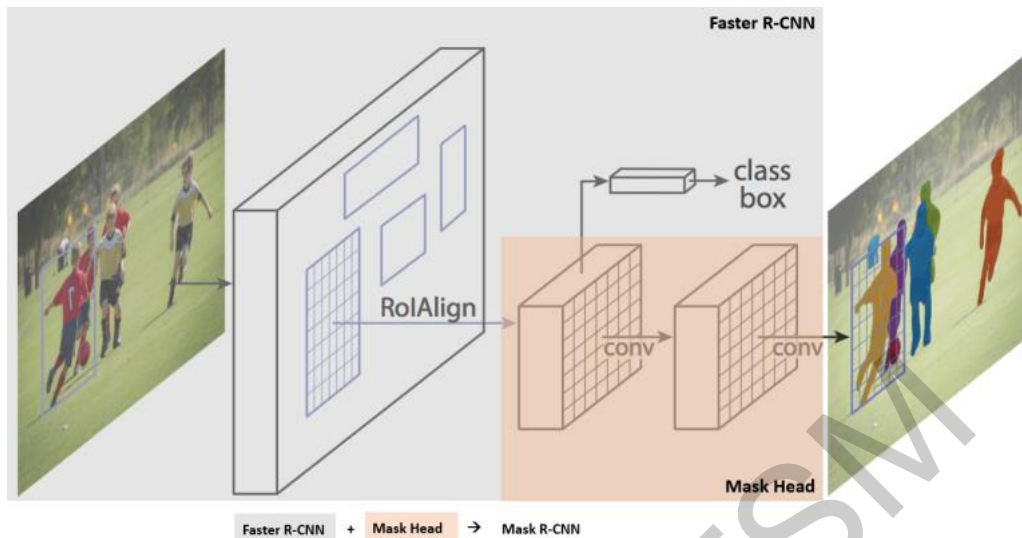
Projek ini akan menggunakan set data Caltech-UCSD Birds-200-2011 (CUB-200-2011) yang di muat turun dari laman web Kaggle. Set data ini mengandungi 11,788 imej burung yang terdiri daripada pelbagai 200 jenis spesies burung.

#### 2. Data Pra-Pengolahan

Imej-imej daripada set data CUB-200-2011 ini perlu dijelaskan dengan menggunakan VGG Image Annotator dan set data ini akan di bahagikan kepada 70% set data latihan dan 30% set data pengujian.

#### 3. Proses Mask R-CNN

Mask R-CNN adalah model canggih seperti segmentasi, dikembangkan di atas Faster R-CNN. R-CNN yang lebih pantas adalah *region-based convolutional neural networks* (S. Ren, K. He, R. Girshick, and J. Sun, 2015), yang mengembalikan untuk setiap objek dan label kelasnya dengan skor keyakinan.



Rajah 3: Kerangka *Mask R-CNN* (K. He, G. Gkioxari, P. Dollár and R. Girshick, 2017)

Rajah 3 menunjukkan Kerangka *Mask R-CNN* yang akan digunakan dalam projek ini. Dalam projek ini, set data akan dimuat naik dan *augmentation* imej akan dilakukan. *Augmentation* ini dibuat dengan menggunakan *ImageDataGenerator class*. Proses melatih model akan dijalankan selepas itu, latihan model akan dimulakan secara berperingkat dengan kadar pembelajaran yang berbeza.

#### 4. Proses Ujian

Selepas latihan tamat, imej daripada data set akan digunakan untuk proses ujian. Sekiranya tiada pengesanan salah berlaku. Pemasalahan pengesanan akan diselesaikan sehingga tahap pengesanan spesies mencapai kebarangkalian yang tinggi.

### 4.5 Fasa Pengujian

Terdapat beberapa cara untuk menjalankan pengujian terhadap model yang telah dihasilkan. Model pengesanan burung yang dihasilkan adalah diujikan dengan cara ketepatan N teratas (*Top N accuracy*).



```
[ ] top1.avg
      tensor(78.2358, device='cuda:0')

[ ] top5.avg
      tensor(94.7948, device='cuda:0')
```

Rajah 4: Skor ketepatan N teratas

Berdasarkan rajah 4, ketepatan 1 teratas untuk model ini mencatatkan ketepatan sebanyak 78.24% manakala ketepatan 5 teratas mencatatkan ketepatan sebanyak 94.79%.

Jadual 3: Label ramalan 1 teratas bagi spesis-spesis burung

Spesies burung	Label ramalan 1 teratas
<i>Gadwall</i>	<i>Gadwall</i>
<i>Gray Kingbird</i>	<i>Gray Kingbird</i>
<i>Blue Jay</i>	<i>Blue Jay</i>
<i>Least Auklet</i>	<i>Least Auklet</i>
<i>Great Grey Shrike</i>	<i>Loggerhead Shrike</i>

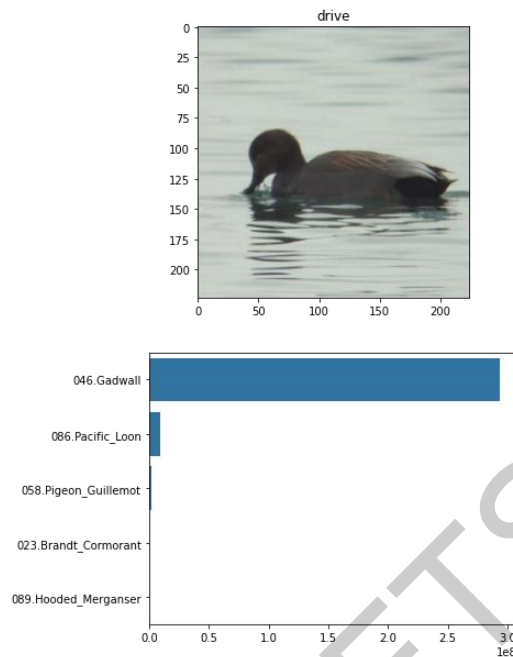
Berdasarkan Jadual 3, label ramalan 1 teratas bagi spesis burung *Gadwall* adalah *Gadwall*, *Gray Kingbird* adalah *Gray Kingbird*, *Blue Jay* adalah *Blue Jay* dan *Least Auklet* adalah *Least Auklet*. Spesies *Great Grey Shrike* menunjukkan ramalan yang kurang tepat untuk ketepatan 1 teratas kerana label ramalan 1 teratas adalah *Loggerhead Shrike*.

Jadual 4: Label ramalan 5 teratas bagi spesis-spesis burung

Spesies burung	Label ramalan 5 teratas
<i>Gadwall</i>	<i>Gadwall, Pacific Loon, Pigeon Guillemot, Brandt Cormorant, Hooded Merganser</i>

<i>Gray Kingbird</i>	<i>Gray Kingbird, Western Wood Pewee, Mockingbird, Tropical Kingbird, Olive Sided Flycatcher</i>
<i>Blue Jay</i>	<i>Blue Jay, Black Throated Sparrow, Blue Headed Vireo, Cerulean Warbler, Magnolia Warbler</i>
<i>Least Auklet</i>	<i>Least Auklet, Prakeet Auklet, Anna Hummingbird, Ruby Throated Hummingbird, Crested Auklet</i>
<i>Great Grey Shrike</i>	<i>Loggerhead Shrike, Great Grey Shrike, American Goldfinch, Bobolink, White Crowned Sparrow</i>

Jadual 4 menunjukkan ketepatan 5 teratas bagi spesis-spesis burung. Untuk spesis *Gadwall*, label ramalan 5 teratasnya adalah *Gadwall, Pacific Loon, Pigeon Guillemot, Brandt Cormorant dan Hooded Merganser*. Label ramalan 5 teratas untuk *Gray Kingbird* adalah *Gray Kingbird, Western Wood Pewee, Mockingbird, Tropical Kingbird dan Olive Sided Flycatcher*. Untuk spesis *Blue Jay*, ramalan yang diramal adalah *Blue Jay, Black Throated Sparrow, Blue Headed Vireo, Cerulean Warbler dan Magnolia Warbler*. Spesis *Least Auklet* pula merekodkan *Least Auklet, Prakeet Auklet, Anna Hummingbird, Ruby Throated Hummingbird dan Crested Auklet*. Bagi Spesis *Great Grey Shrike*, ramalan yang dicatatkan adalah *Loggerhead Shrike, Great Grey Shrike, American Goldfinch, Bobolink dan White Crowned Sparrow*.

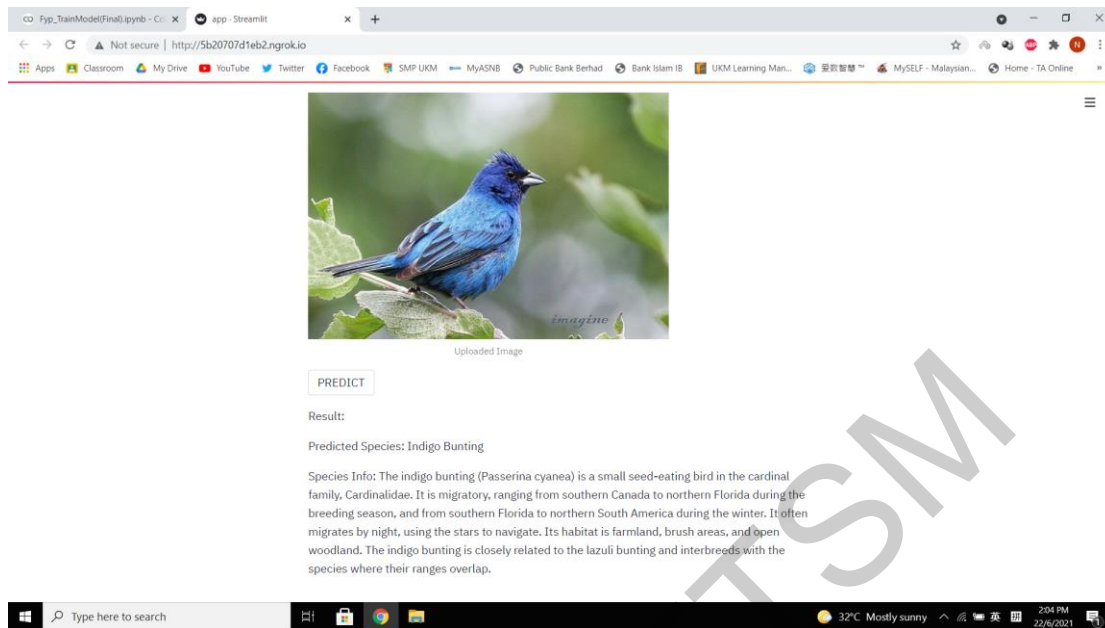


Rajah 5: Rajah semakan pengesanan

Rajah 5 menunjukkan hasil daripada semakan pengesanan. Imej spesies burung yang diramal akan dipaparkan. Lima ramalan teratas dan kebarangkaliannya juga akan dipaparkan. Dalam kes ini, imej burung Gadwell telah dimuat naik dan model ini telah mengecamnya dengan tepat.

## 5 HASIL KAJIAN

Hasil kajian untuk kajian ini adalah satu aplikasi web yang boleh mengesan 200 jenis spesies burung yang ada dalam set data. Rajah 6 menunjukkan hasil aplikasi web bagi projek ini.



Rajah 6: Hasil aplikasi web

Berdasarkan rajah yang ditunjukkan, aplikasi ini mempunyai satu butang “PREDICT” untuk menjalankan proses klasifikasi. Aplikasi ini dapat mengesan 200 jenis spesies burung yang terdapat dalam set data. Nama spesies burung dan maklumat ringkas spesies burung daripada Wikipedia akan dipaparkan

Secara keseluruhan, ketepatan model secara rata-rata adalah 78.24% untuk ketepatan 1 teratas manakala ketepatan 5 teratas mencatatkan ketepatan sebanyak 94.79%.

## 6 KESIMPULAN

Projek ini merupakan projek yang akan membangunkan sistem pengesanan spesies burung pada tahap kecekapan dan ketepatan yang memuaskan menggunakan *Google Colaboratory* dan *Streamlit*. Model pengesanan spesies burung dan antara muka aplikasi web akan dihasilkan.

Data yang digunakan untuk melatih model pengesanan spesies burung ini adalah Caltech-UCSD-Birds-200-2011 Sebanyak 11749 imej burung daripada 200 spesies telah digunakan untuk melatih dan menguji sistem. Imej-imej tersebut kemudian dibahagi ke kepada 6024 data latihan dan 5725 data pengujian.

Model pengecaman spesis burung ini telah dilatih menggunakan model *Resnet-50*, *Google Colaboratory* dan *Torch library*. Prestasi pengujian model ini telah dinilai menggunakan ketepatan N teratas, model yang dilatih ini mencatatkan ketepatan sebanyak 78.24% bagi ketepatan 1 teratas manakala bagi ketepatan 5 teratas, model ini telah mencatatkan ketepatan sebanyak 94.79%.

Antara muka sistem projek ini adalah berbentuk aplikasi bentuk dan ia dihasilkan dengan menggunakan *Streamlit* dan *Google Colaboratory*. Model pengecaman spesis burung telah dimuatnaik ke dalam aplikasi web dan pengguna dapat menggunakan aplikasi web ini untuk mengecaman spesis burung yang mereka ingin tahu. Nama burung dan maklumat ringkas spesis burung akan dipaparkan apabila aplikasi web ini berjaya mengesan imej spesis burung yang dimuatnaik. Akhir sekali, harap kajian ini dapat ditambahbaikkan pada masa yang akan datang.

## 7 RUJUKAN

- Cheng Pang, Hongxun Yao, Xiaoshuai Sun (2014). Discriminative Features for Bird Species Classification. ICIMCS '14: Proceedings of International Conference on Internet Multimedia Computing and Service July 2014, pp. 256–260.
- Cremonesi, Paolo & Koren, Yehuda & Turrin, Roberto. (2010). Performance of recommender algorithms on top-N recommendation tasks. RecSys'10 - Proceedings of the 4th ACM Conference on Recommender Systems. 39-46. 10.1145/1864708.1864721.
- J. Liang, J. Hu, S. Dong and V. Honavar, "Top-N-Rank: A Scalable List-wise Ranking Method for Recommender Systems," *2018 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, 2018, pp. 1052-1058, doi: 10.1109/BigData.2018.8621994.
- K. He, G. Gkioxari, P. Dollár and R. Girshick, "Mask R-CNN," *2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, Venice, 2017, pp. 2980-2988, doi: 10.1109/ICCV.2017.322.

- Marini, Andreia & Facon, Jacques & Koerich, Alessandro. (2013). Bird Species Classification Based on Color Features. Proceedings - 2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, SMC 2013.
- Krause, J., Gebu, T., Deng, J., Li, L., & Fei-Fei, L. (2014). Learning Features and Parts for Fine-Grained Recognition. 2014 22nd International Conference on Pattern Recognition, 26-33.
- Šulc, M., Matas, J. (2017). Fine-grained recognition of plants from images. Plant Methods 13, 115.
- Tejashri Manohar Mhatre, Srijita Bhattacharjee (2018), Birds Voice Classification using ResNet, International Journal of Engineering Development and Research (IJEDR), ISSN:2321-9939, Volume.6, Issue 4, pp.168-172
- The PyTorch team. Pytorch Autograd Profiler. <https://pytorch.org/docs/1.0.1/autograd.html#profiler>
- Theano Development Team. Theano: A Python framework for fast computation of mathematical expressions. arXiv e-prints, abs/1605.02688, May 2016.
- Yann L., Yoshua B. & Geoffrey H. Deep Learning. 2015.
- Zheng, Heliang & Fu, Jianlong & Zha, Zheng-Jun & Luo, Jiebo. (2019). Looking for the Devil in the Details: Learning Trilinear Attention Sampling Network for Fine-Grained Image Recognition.