

**OPTIMASI MODEL EFFICIENTNET DAN RESNET DALAM
PENGENALAN RASA NYERI KUCING BERDASARKAN DATA
GAMBAR MEDIA SOSIAL X**



SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar sarjana
komputer

Oleh:

Muhammad Yahya Ayyash

2006434

**PROGRAM STUDI REKAYASA PERANGKAT LUNAK
KAMPUS UPI DI CIBIRU
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2025**

**OPTIMASI MODEL EFFICIENTNET DAN RESNET DALAM
PENGENALAN RASA NYERI KUCING BERDASARKAN DATA
GAMBAR MEDIA SOSIAL X**

Oleh
Muhammad Yahya Ayyash

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak

© Muhammad Yahya Ayyash 2025
Universitas Pendidikan Indonesia
Juli 2025

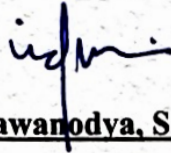
Hak cipta dilindungi Undang-Undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

MUHAMMAD YAHYA AYYASH
**OPTIMASI MODEL EFFICIENTNET DAN RESNET DALAM
PENGENALAN RASA NYERI KUCING BERDASARKAN DATA
GAMBAR MEDIA SOSIAL X**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Indira Syawanodya, S.Kom., M.Kom.

NIP 920190219920423201

Pembimbing II



Yulia Retnowati, S.Pd., M.T.

NIP 920230219960729201

Mengetahui,

Ketua Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak



Mochamad Iqbal Ardimansyah, S.T., M.Kom.

NIP 920190219910328101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Yahya Ayyash

NIM : 2006434

Program Studi : Rekayasa Perangkat Lunak

Judul Karya : Optimasi Model EfficientNet dan ResNet dalam Pengenalan Rasa Nyeri Kucing Berdasarkan Data Gambar Media Sosial X

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis ini merupakan hasil kerja saya sendiri. Saya menjamin bahwa seluruh isi karya ini, baik sebagian maupun keseluruhan, bukan merupakan plagiarisme dari karya orang lain, kecuali pada bagian yang telah dinyatakan dan disebutkan sumbernya dengan jelas.

Jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika akademik atau unsur plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku di Universitas Pendidikan Indonesia.

Bandung, 2 Juni 2025

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Yahya Ayyash

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Optimasi Model EfficientNet dan ResNet dalam Pengenalan Rasa Nyeri Kucing Berdasarkan Data Gambar Media Sosial X”. Penyusunan skripsi ini dapat terlaksana karena adanya dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada;

1. Bapak Mochamad Iqbal Ardimansyah, S.T., M.Kom., selaku Kepala Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak UPI Kampus Cibiru.
2. Ibu Indira Syawanodya, S.Kom., M.kom., selaku Dosen Pembimbing Skripsi I yang telah sabar memberikan arahan dan bimbingan teknis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Yulia Retnowati, S.Pd., M.T., selaku Dosen Pembimbing Skripsi II yang telah sabar memberikan bimbingan lanjutan yang membantu meyakinkan penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Ibu Dian Anggraini, S.ST., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membantu dalam segala bentuk administrasi dan pembimbingan selama menjalani perkuliahan.
5. Seluruh Dosen Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak yang telah membekali ilmu, nasihat, doa dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan studi.
6. Kepada yang terkasih, kedua orang tua dan segenap anggota keluarga yang selalu mendoakan, memberikan kasih sayang serta pengorbanan atas segala material dan berbagai hal sehingga penulis dapat menyelesaikan jenjang studi ini dengan penuh rasa syukur.
7. Seluruh teman-teman di dalam dan luar lingkungan kampus yang telah memberikan dukungan serta pengalaman pertemanan yang sangat bermanfaat.

Ucapan terima kasih penulis persembahkan kepada semua pihak yang telah membantu sehingga penyusunan skripsi ini dapat terlaksana dengan baik.

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan banyak manfaat bagi semua pihak, terutama sebagai bagian dari upaya peningkatan bidang keilmuan *machine learning*. Semoga segala kebaikan yang telah diberikan, mendapat balasan yang setimpal dan kita semua selalu dalam ridho dan lindungan Allah SWT.

Bandung, 2 Juni 2025

Muhammad Yahya Ayyash
NIM 2006434

OPTIMASI MODEL EFFICIENTNET DAN RESNET DALAM PENGENALAN RASA NYERI KUCING BERDASARKAN DATA GAMBAR MEDIA SOSIAL X

Muhammad Yahya Ayyash – ayyash@upi.edu

2006434

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi model *deep learning* EfficientNet dan ResNet pengenalan rasa nyeri pada kucing berspesies *Felis catus* (kucing domestik), yang berukuran seluler untuk membantu dokter hewan dalam proses diagnosis medis yang disebabkan oleh sifat inheren ketidakekspresian kucing saat merasa nyeri. Keandalan model diindikasikan oleh nilai *precision* dan *recall* yang relatif besar dan ukuran file yang lebih kecil sembari mempertahankan kemampuan inferensi yang baik. Prosesnya dilengkapi oleh dataset gambar wajah kucing yang diakuisisi dari media sosial X (sebelumnya Twitter), dengan memanfaatkan kata kunci berkaitan yang terkandung dalam *tweets*; kemudian di-*preprocess* dengan pendekatan studi semantik dan sistem penilaian nyeri kucing *Feline Grimace Scale* (FGS) untuk anotasi *ground truth*. Proses *fine tuning* yang dipakai pada model EfficientNet B3 dan ResNet18, melibatkan integrasi suatu jenis operasi tambahan berupa *focal loss*; tiga jenis optimizer, yaitu SGD, Adam, dan AdamW; dan dua teknik augmentasi data yang berbeda, tanpa dan dengan manipulasi pencahayaan gambar. Hasil yang diperoleh mengungkapkan bahwa faktor dasar yang menghambat model berkinerja lebih baik dalam penelitian ini adalah kuantitas data *training* yang masih kurang disebabkan oleh penyaringan data *tweets* yang kurang efektif, terungkap setelah perolehan *ground truth* menggunakan FGS. Sehingga kehilangan beberapa data yang berpotensi layak. Model terbaik diraih oleh ResNet18 dengan *optimizer* AdamW; mekanisme *focal loss*; dan augmentasi data yang tidak memanipulasi pencahayaan gambar pada *testing set* simulasi dunia nyata. Mencapai nilai *precision* terbaik, sebesar 100%, dan *recall* sebesar 85,71% (akurasi 92,85%). Sementara pada *testing set* emulasi dunia nyata, model EfficientNet B3 dengan *optimizer* AdamW dan augmentasi manipulasi pencahayaan gambar meraih akurasi terbesar kedua setelah Resnet18 dengan *optimizer* AdamW; mekanisme *focal loss*; dan tanpa augmentasi, sebesar 80%. Disimpulkan bahwa *optimizer* AdamW, teknik augmentasi data manipulasi pencahayaan gambar, dan mekanisme *focal loss* mampu membantu model membaik tanpa menambahkan ukuran operasi parameter-parameter dan ukuran file yang signifikan, namun harus disertai dengan model berkemampuan yang lebih besar.

Kata Kunci: *feline grimace scale*, gambar media sosial, media sosial twitter, media sosial X, pengenalan rasa nyeri, visi komputer

OPTIMIZATION OF EFFICIENTNET AND RESNET MODELS IN CAT PAIN RECOGNITION BASED ON X SOCIAL MEDIA IMAGE DATA

Muhammad Yahya Ayyash – ayyash@upi.edu

2006434

ABSTRACT

This study aims to optimize the EfficientNet and ResNet deep learning models for pain recognition in cats of the species Felis catus (domestic cats), which are cellular in size to assist veterinarians in the medical diagnosis process caused by the inherent nature of cat inexpressiveness in times of pain. The reliability of the model is indicated by the relatively large precision and recall values and smaller file size while maintaining good inference ability. The process is complemented by a dataset of cat face images acquired from social media X (formerly Twitter), by utilizing related keywords contained in tweets; then preprocessed with a semantic study approach and a cat pain assessment system Feline Grimace Scale (FGS) for ground truth annotation. The fine tuning process used in the EfficientNet B3 and ResNet18 models involves the integration of an additional type of operation in the form of focal loss; three types of optimizers, namely SGD, Adam, and AdamW; and two different data augmentation techniques, without and with image lighting manipulation. The results obtained revealed that the basic factor that hindered the model from performing better in this study was the quantity of training data that was still lacking due to ineffective filtering of tweets data, revealed after obtaining ground truth using FGS. So that it lost some potentially feasible data. The best model was achieved by ResNet18 with the AdamW optimizer; focal loss mechanism; and data augmentation that did not manipulate image lighting on the real-world simulation testing set. Achieving the best precision value, at 100%, and recall of 85.71% (accuracy of 92.85%). While on the real-world emulation testing set, the EfficientNet B3 model with the AdamW optimizer and image lighting manipulation augmentation achieved the second highest accuracy after Resnet18 with the AdamW optimizer; focal loss mechanism; and without augmentation, at 80%. It was concluded that the AdamW optimizer, image lighting manipulation data augmentation techniques, and focal loss mechanisms were able to help the model improve without adding significant parameter operation sizes and file sizes, but must be accompanied by a larger capable model.

Keywords: *computer vision, feline grimace scale, pain recognition, social media image, twitter social media, x social media*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	I
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	II
UCAPAN TERIMA KASIH.....	III
ABSTRAK	V
<i>ABSTRACT</i>	VI
DAFTAR ISI	VII
DAFTAR TABEL	XI
DAFTAR GAMBAR	XII
DAFTAR SINGKATAN	XIV
DAFTAR LAMPIRAN	XVI
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan	5
1.5 Manfaat	5
1.5.1 Manfaat Teoritis	6
1.5.2 Manfaat Praktis	6

1.6	Sistematika Penulisan.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA		8
2.1	Uraian Teori	8
2.1.1	<i>Machine Learning</i> (ML)	8
2.1.2	<i>Deep Learning</i> (DL).....	9
2.1.2	<i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	9
2.1.3	EfficientNet	10
2.1.4	<i>Residual Network</i> (ResNet).....	12
2.1.5	<i>Focal Loss</i>	13
2.1.6	<i>Transfer Learning</i>	15
2.1.7	<i>Data Scraping</i>	15
2.1.8	<i>Gradient-weighted Class Activation Mapping</i> (Grad-CAM).....	16
2.1.9	<i>Feline Grimace Scale</i> (FGS).....	16
2.2	Penelitian Terdahulu	18
2.2.1	<i>Automated Recognition of Pain in Cats</i>	18
2.2.2	<i>Explainable Automated Pain Recognition in Cats</i>	20
2.2.3	<i>Harnessing Deep Learning Through Photos For Cat Pain Detection</i> .	21
2.2.4	<i>Deep Learning Benchmarks and Datasets for Social Media Image Classification for Disaster Response</i>	23
2.2.5	<i>Research on Herd Sheep Facial Recognition Based on Multi-Dimensional Feature Information Fusion Technology in Complex Environment</i>	25
2.3	Kerangka Teori dan Konsep.....	27
2.3.1	Perihal <i>Data Scraping</i>	28
2.3.2	Perihal Sistem Penilaian Rasa Sakit Kucing.....	29
2.3.3	Upaya Optimasi Model	29
BAB III METODE PENELITIAN.....		33

3.1	Desain Penelitian.....	33
3.1.1	Klarifikasi Penelitian.....	34
3.1.2	Studi Deskriptif I.....	34
3.1.3	Studi Preskriptif	35
3.1.4	Studi Deskriptif II	47
3.1.4.1	Evaluasi	47
3.2	Instrumen Penelitian.....	48
3.2.1	Alat dan Bahan Penelitian.....	49
3.3	Metode Analisis Data	49
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN		50
4.1	Penyajian Temuan.....	50
4.1.1	Deskripsi Data.....	50
4.1.2	Pengaturan <i>Fine Tuning</i>	51
4.1.3	Hasil <i>Training</i>	53
4.2	Pembahasan.....	56
4.2.1	Pembahasan Deskripsi Data.....	56
4.2.2	Pembahasan Pengaturan <i>Fine Tuning</i>	59
4.2.3	Pembahasan Kinerja Model	63
4.2.5	Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya	68
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		71
5.1	Simpulan	71
5.2	Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA		74
LAMPIRAN.....		78
Lampiran A. Gambar Dataset yang Digunakan		78

Lampiran B. Pengaturan <i>Benchmark Fine Tuning</i> Masing-masing Jenis Model yang Digunakan	80
Lampiran C. Hasil <i>Training</i> Model EfficientNet B3 dan ResNet18.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2.3.3.1 Perbandingan Kompleksitas Model Terbaik Terdahulu	32
Tabel 3.1.3.1.1 Kategori Kata Kunci Pencarian.....	36
Tabel 3.1.3.1.2 Hasil <i>Tweet Scraping</i> Berdasarkan Kata Kunci.....	37
Tabel 3.1.3.2.1 Distribusi Jumlah Gambar pada <i>Training Set</i> , <i>Validation Set</i> , dan <i>Testing Set</i>	40
Tabel 3.1.3.2.2 Distribusi Jumlah Gambar pada Datset Emulasi Dunia Nyata	40
Tabel 3.1.3.2.3 Perbandingan Metode Akuisisi Data.....	42
Tabel 3.1.3.4.1 Perbandingan Metode Model <i>Training</i>	46
Tabel 3.1.4.1.1 Perbandingan Jumlah Gambar pada <i>Test Set</i>	47
Tabel 3.2.1 Spesifikasi Lingkungan Pengembangan dalam Pengumpulan Data	48
Tabel 3.2.1.1 Spesifikasi <i>Hardware</i> dan <i>Software</i> Lingkungan Penelitian	49
Tabel 4.1.1.1 <i>Training Dataset</i> Final	50
Tabel 4.1.3.1 Performa Model pada <i>Testing Set</i>	54
Tabel 4.1.3.2 Performa Model Teraugmentasi pada <i>Testing Set</i>	55
Tabel 4.1.3.3 Performa Model Terbaik pada <i>Testing Set</i> Emulasi Dunia Nyata ..	56
Tabel 4.2.5.1 Perbandingan Kinerja Model Terbaik.....	70
Tabel 4.2.5.2 Perbandingan Kompleksitas Model Terbaik.....	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.1 Peta Korelasi antar Konsep	17
Gambar 2.3.1 Konsep Kerangka Kerja <i>Data Scraping</i>	27
Gambar 2.3.2 Konsep Kerangka Kerja <i>Model Training</i>	28
Gambar 3.1.3.1.1 Contoh Gambar Tidak Layak.....	38
Gambar 3.1.3.2.1 Contoh Sampel Data yang Diaugmentasi.....	41
Gambar 3.1.3.3.1 Pengaturan Inisial Model EfficientNet B3	43
Gambar 3.1.3.4.1 Diagram Alur <i>Fine Tuning</i>	44
Gambar 3.1.3.4.2 Diagram Alur <i>Model Training</i>	44
Gambar 4.1.1.1 Contoh Sampel pada <i>Training Dataset</i> Final.....	51
Gambar 4.1.2.1 Performa Model <i>Benchmark</i> EfficientNet B3	52
Gambar 4.1.2.2 Performa Model <i>Benchmark EfficientNet B3</i>	52
Gambar 4.2.1.1 Performa Model <i>Benchmark</i> ResNet18.....	57
Gambar 4.2.1.2 Performa Model <i>Benchmark</i> ResNet18.....	58
Gambar 4.2.2.1 Distribusi Nilai <i>Logits</i> pada <i>Testing Set</i>	60
Gambar 4.2.2.2 Perbandingan Waktu <i>Training</i> Model.....	61
Gambar 4.2.3.1 Fitur Wajah dalam Klasifikasi Model	64

Gambar 4.2.3.2 Perbandingan Performa Model Sebelum dan Sesudah Augmentasi	65
Gambar 4.2.3.3 Fitur Wajah dalam Klasifikasi Model Teraugmentasi	66
Gambar 4.2.3.4 <i>Confusion Matrix</i> Kinerja Model Terbaik.....	67
Gambar 4.2.3.5 <i>Confusion Matrix</i> Kinerja Model Terbaik pada Dataset Emulasi	68

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Nama	Pemakaian Pertama Kali pada Halaman
CMPS	Composite Measure Pain Scale	2
FGS	Feline Grimace Scale	2
LDM	Landmark Based	3
Grad-CAM	Gradient-weighted Class Activation Mapping	4
FLOPS	Floating Point Operartions	5
API	Application Programming Interface	6
ML	Machine Learning	9
AI	Artificial Intelligence	9
DL	Deep Learning	9
ANN	Artificial Neural Networks	10
CNN	Convolutional Neural Networks	10
SE	Squeeze and Excitation	11
ResNet	Residual Network	13
CAM	Class Activation Mapping	17
FAU	Facial Action Unit	17
CatFACS	Cat Facial Action Coding System	19
MLP	Multi-layer Perceptron	19
MCPS	Multidimensional Composite Pain Scale	20
FACS	Facial Action Coding System	20
CSU-FAPS	Colorado State University Feline Acute Pain Scale	22
Adam	Adaptive Momentum	23
SGD	Stochastic Gradient Descent	23
RMSProp	Root Mean Square Propagation	23
AIDR	Artificial Intelligence for Disaster Response	24
DRM	Design Research Methodology	32
REPL	Read Evaluate Print Loop	34

CV	Cross Validation	43
AdamW	Adaptive Momentum Weights	44
B3	EfficientNet B3	51
RN18	ResNet18	51
FL	Focal Loss	51
CVE	Common Vulnerabilities and Exposures	74
LR	Learning Rate	75
DO	Dropout	75
THR	Threshold	75
WD	Weight Decay	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Gambar Dataset yang Digunakan	78
Gambar A.1 Dataset <i>Training</i> , <i>Validation</i> , dan <i>Testing</i> Hasil <i>Tweet Scraping</i>	78
Gambar A.2 Dataset Emulasi Dunia Nyata dari Archive.Org	79
Lampiran B. Pengaturan <i>Benchmark Fine Tuning</i> Masing-masing Jenis Model yang Digunakan	80
Tabel B.1 Model Efficientnet B3	80
Tabel B.2 Model Efficientnet B3 Teraugmentasi	80
Tabel B.3 Model Resnet18.....	80
Tabel B.4 Model Resnet18 Teraugmentasi.....	81
Lampiran C. Hasil <i>Training</i> Model Efficientnet B3 dan Resnet18	82
Tabel C.1 Hasil <i>Training</i> Model Efficientnet B3.....	82
Tabel C.2 Hasil <i>Training</i> Model Resnet18	82
Tabel C.3 Hasil <i>Training</i> Model Teraugmentasi	83

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, F., Ofli, F., Imran, M., Alam, T., & Qazi, U. (2020). *Deep Learning Benchmarks and Datasets for Social Media Image Classification for Disaster Response*. doi: 10.1109/ASONAM49781.2020.9381294
- A. L. Samuel. (1995). Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers. *IBM Journal of Research and Development*, 3, 3, 210-229. doi: 10.1147/rd.33.0210.
- Aggarwal, C. C. (2015). *Data Mining*. Cham, Switzerland: Springer.
- Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. New York, NY: Springer.
- Böhme, R., & Köpsell, S. (2010). "Trained to Accept? A Field Experiment on Consent Dialogues for the Collection of Web Usage Data". *Proceedings of the 28th International Conference on Human Factors in Computing Systems*. ResearchGate.
- Evangelista, M. C., Benito, J., Monteiro, B. P., Watanabe, R., Doodnaught, G. M., Pang, D. S. J., & Steagall, P. V. (2020). *Clinical Applicability of the Feline Grimace Scale: Real-time versus Image Scoring and the Influence of Sedation and Surgery*. doi: 10.7717/peerj.8967
- Evangelista, M. C., Watanabe, R., Leung, V. S. Y., & Monteiro, B. P. (2019). Scientific Reports 9. *Facial Expressions of Pain in Cats: the Development and Validation of a Feline Grimace Scale*, 19128 (2019). doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55693-8>
- Feighelstein, M., Henze, L., Meller, S., Shimshoni, I., Hermoni, B., Berko, M., ... Zamansky, A. (2023). Scientific Reports 13. *Explainable Automated Pain Recognition in Cats*, 8973 (2023). doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-35846-6>

- Feighelstein, M., Shimshoni, I., Finka, L.R., Luna, S.P.L., Mills, D.S., & Zamansky, A. (2022). Scientific Reports 12. *Automated Recognition of Pain in Cats*, 9575 (2022)
- Fukushima, K. (1980). Neocognitron: A Self-Organizing Neural Network Model for a Mechanism of Pattern Recognition Unaffected by Shift in Position. *Biological Cybernetics*, 36(4), 193–202. doi:10.1007/BF00344251
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction (2nd ed.)*. New York, NY: Springer.
- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). "Deep Residual Learning for Image Recognition". *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 770-778. doi:10.1109/CVPR.2016.90
- Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. (1968). Receptive Fields and Functional Architecture of Monkey Striate Cortex. *The Journal of Physiology*, 195(1), 215–243. doi:10.1113/jphysiol.1968.sp008455
- IASP announces revised definition of pain. (2021). <https://www.iasp-pain.org/publications/iasp-news/iasp-announces-revised-definition-of-pain/>
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). Imagenet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. Kanada: University of Toronto
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep Learning. *Nature*, 521(7553), 436-444. doi:10.1038/nature14539
- LeCun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., & Haffner, P. (1998). Gradient-Based Learning Applied to Document Recognition. *Proceedings of the IEEE*, 86(11), 2278–2324. doi:10.1109/5.726791
- Lin, T. Y., Goyal, P., Girshick, R., He, K., & Dollár, P. (2017). "Focal Loss for Dense Object Detection". *2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 2999-3007. doi: 10.1109/ICCV.2017.324

- McKinney, W. (2017). *Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython (2nd ed.)*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
- Mitchell, R. (2018). *Web Scraping with Python: Collecting More Data from the Modern Web (2nd Ed.)*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
- Mitchell, T. M. (1997). *Machine Learning*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Murphy, K. P. (2012). *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Namboonlue, C., Sa-ing, V. (2024). "Feline Feelings Unleashed: Harnessing Deep Learning Through Photos for Cat Pain Detection". *2024 4th Proceeding of the Data Science Conference*. Bangkok: Srinakharinwirot University
- Russell, M. A. (2013). *Mining the Social Web: Data Mining Facebook, Twitter, LinkedIn, Google+, Github, and More (2nd Ed.)*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
- Selvaraju, R. R., Cogswell, M., Das, A., Vedantam, R., Parikh, D., & Batra, D. (2017). "Grad-CAM: Visual Explanations from Deep Networks via Gradient-Based Localization". *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 618-626. doi:10.1109/ICCV.2017.74
- Schmidhuber, J. (2015). Deep Learning in Neural Networks: An Overview. *Neural Networks*, 61, 85-117. doi:10.1016/j.neunet.2014.09.003
- Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). *Reinforcement Learning: An Introduction (2nd ed.)*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Tan, M., & Le, Q. V. (2019). "Efficientnet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks". Dalam K. Chaudhuri & R. Salakhutdinov (Penyunting), *Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning*, 6105-6114. Long Beach, California, PMLR 97
- Van Eijk, N., Ausloos, J., Kayali, F., & Zanda, F. P. (2021). Web Scraping and the Erosion of Informational Privacy: A Legal Analysis. *Computer Law & Security Review*, 42, 105595. doi:10.1016/j.clsr.2021.105595

- Weber, G., Morton, J. & Keates, H. (2012). Postoperative pain and perioperative analgesic administration in dogs: practices, attitudes and beliefs of queensland veterinarians. *Australian Veterinary Journal*, 90, 5, 186–193. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2012.00901.x>
- Weir, M., & Downing, R. (2020) How do I know if my cat is in pain?: VCA Animal Hospitals. <https://vcahospitals.com/know-your-pet/how-do-i-know-if-my-cat-is-in-pain>
- Zhang, F., Zhao, X., Wang, S., Qiu, Y., Fu, S., & Zhang, Y. (2025). Research on herd sheep facial recognition based on multi-dimensional feature information fusion technology in complex environment. *Frontiers in Veterinary Science*, 12, Article 1404564. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1404564>
- Zhou, B., Khosla, A., Lapedriza, À., Oliva, A., & Torralba, A. (2016). "Learning Deep Features For Discriminative Localization". *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2921-2929. doi:10.1109/CVPR.2016.319