

# Motion Priors for Pose Estimation and Animation Workflows

Luke Smith

Master Thesis  
April 2022

Prof. Dr. Robert W. Sumner



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



*computer graphics laboratory*



# Abstract

TODO



# Zusammenfassung

TODO: translate to German



# Contents

List of Figures	vii
List of Tables	ix
1. Introduction	1
2. Related Work	3
2.1. Pose Estimation . . . . .	3
2.2. Motion Priors . . . . .	3
3. Your Central Work	5
3.1. First Section . . . . .	5
3.1.1. Fist Subsection . . . . .	6
3.1.2. Another Subsection . . . . .	6
3.2. Second Section . . . . .	7
4. Conclusion and Outlook	9
A. Information For The Few	11
A.1. Foo Bar Baz . . . . .	11
A.2. Barontes . . . . .	12
A.3. A Long Table with Booktabs . . . . .	12
Bibliography	15





# List of Figures

3.1. Volumetric diffusion . . . . .	7
3.2. Caption both . . . . .	7



# List of Tables

3.1. Flammkuchenteig . . . . .	6
A.1. wordlist . . . . .	12



# Introduction

## Introduction

- Existing pipeline description - 2d keypoints - 3d keypoints - Optimisation of cameras, ground plane, etc. - Existing pipeline problems - Robustness - Investigation: Motion Priors - Use for plausible motion



# Related Work

This section describes references

## 2.1. Pose Estimation

The existing pipeline for 2D pose estimation is based on Open Pose [CHS<sup>+</sup>19].

## 2.2. Motion Priors

The authors of HuMoR [RBH<sup>+</sup>21] presented a novel approach for dealing with ... , they learn a VAE for ...





# Your Central Work

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit.

## 3.1. First Section

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit praesent luptatum zzril delenit augue dui dolore te feugait nulla facilisi. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam praesent luptatum zzril delenit augue dui dolore te feugait nulla facilisi. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit.

Delenit augue dui dolore te feugait nulla facilisi. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam praesent luptatum zzril delenit augue dui dolore te feugait nulla facilisi. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis

### 3. Your Central Work

Quant.	Ingredient
200g	Weißmehl
1/4	Packung Frischhefe
4EL	lauwarne Milch
4EL	ol
1TL	Zucker
1TL	Salz
	lauwarmes Wasser

**Table 3.1.:** *Flammkuchenteig. The ingredients have to be carefully chosen.*

nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit.

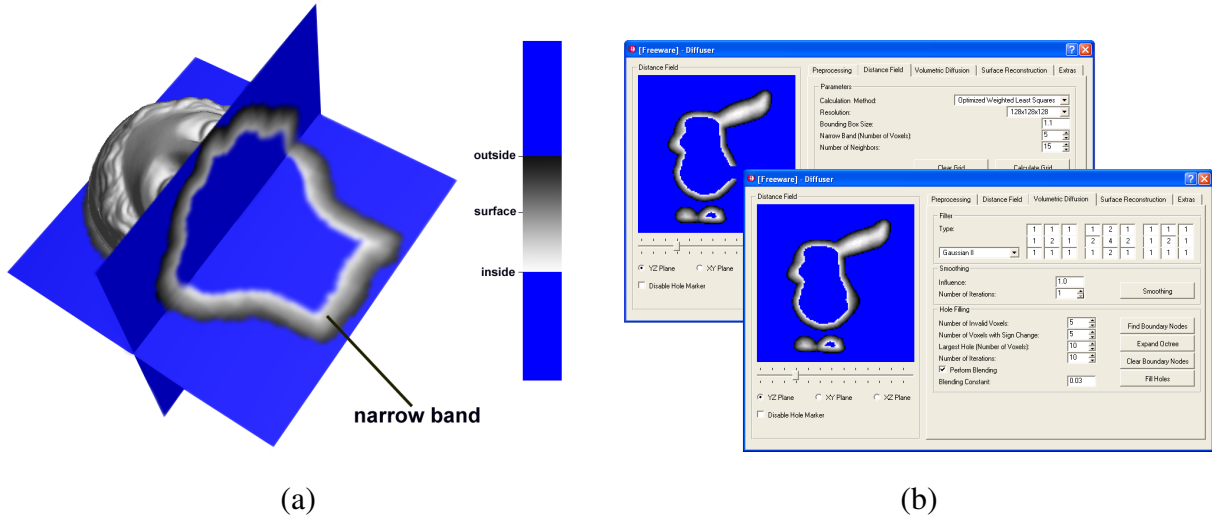
#### 3.1.1. Fist Subsection

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit praesent luptatum zzril delenit augue duis dolore te feugait nulla facilisi. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam

#### 3.1.2. Another Subsection

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat, see Table 3.1. Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit praesent luptatum zzril delenit augue duis dolore te feugait nulla facilisi. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam, see Figure 3.1 (a). Isn't it?

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit



**Figure 3.1.:** Volumetric diffusion. (a) Slices of the distance volume reveal the narrow band. (b) The user interface of the automatic hole filling tool allows to fine-tune the algorithm. The volumetric representation can be previewed before surface reconstruction.



**Figure 3.2.:** Caption of both (a), (b).

praesent luptatum zzril delenit augue dui dolore te feugait nulla facilisi. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam

## 3.2. Second Section

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit praesent luptatum zzril delenit augue dui dolore te feugait nulla facilisi. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat

### 3. *Your Central Work*

nulla facilisis at vero et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit

# Conclusion and Outlook

TODO



# Information For The Few

Nein, meine Texte les ich nicht, so nicht, st?hnte Oxmox. Er war mit Franklin, Rockwell und dem halbtaxgrauen Panther Weidemann in Memphis (Heartbreak Hotel) zugange. Sie warteten auf die fette Gill, um bei der Bank of Helvetica die Kapit?lchen in Kapital umzuwandeln. Oxmox liess nicht locker. Ich fleh euch an, rettet meine Copy, gebt meinem Body nochn Durchschuss! Kein Problem, erbarmte sich Old Face Baskerville, streichelte seinen Hund, zog seine einspaltige Poppl, legte an und traf! (Zeidank nichts Ernstes — nurn bisschen Fraktur.) Oxmox: Danke, ist jetzt mit Abstand besser. Derweil jumpete der Fox leise over the Buhl, die sich mal wieder immerdar wie jedes Jahr gesellte. Diesmal war Guaredisch ihr Erw?hlter, weil seine Laufweite einem vollgetankten Bodoni entsprach und seine ungez?gelte Unterl?nge ihre Serifen so serafisch streifte, dass sie trotz Techtelmechtelei die magere Futura, jene zuverl?ssige und gern eingesetzte Langstreckenl?uferin, rechtsb?ndig ?berholen konnten.

## A.1. Foo Bar Baz

Nein, meine Texte les ich nicht, so nicht, st?hnte Oxmox. Er war mit Franklin, Rockwell und dem halbtaxgrauen Panther Weidemann in Memphis (Heartbreak Hotel) zugange. Sie warteten auf die fette Gill, um bei der Bank of Helvetica die Kapit?lchen in Kapital umzuwandeln. Oxmox liess nicht locker. Ich fleh euch an, rettet meine Copy, gebt meinem Body nochn Durchschuss! Kein Problem, erbarmte sich Old Face Baskerville, streichelte seinen Hund, zog seine einspaltige Poppl, legte an und traf! (Zeidank nichts Ernstes — nurn bisschen Fraktur.) Oxmox: Danke, ist jetzt mit Abstand besser. Derweil jumpete der Fox leise over the Buhl, die sich mal wieder immerdar wie jedes Jahr gesellte. Diesmal war Guaredisch ihr Erw?hlter, weil seine Laufweite einem vollgetankten Bodoni entsprach und seine ungez?gelte Unterl?nge ihre Serifen so serafisch streifte, dass sie trotz Techtelmechtelei die magere Futura, jene zuverl?ssige und gern eingesetzte Langstreckenl?uferin, rechtsb?ndig ?berholen konnten.

## A.2. Barontes

Nein, meine Texte les ich nicht, so nicht, st?hnte Oxmox. Er war mit Franklin, Rockwell und dem halbtaxgrauen Panther Weidemann in Memphis (Heartbreak Hotel) zugange. Sie warteten auf die fette Gill, um bei der Bank of Helvetica die Kapit?lchen in Kapital umzuwandeln. Oxmox liess nicht locker. Ich fleh euch an, rettet meine Copy, gebt meinem Body nochn Durchschuss! Kein Problem, erbarmte sich Old Face Baskerville, streichelte seinen Hund, zog seine einspaltige Poppl, legte an und traf! (Zeidank nichts Ernstes — nurn bisschen Fraktur.) Oxmox: Danke, ist jetzt mit Abstand besser. Derweil jumppte der Fox leise over the Buhl, die sich mal wieder immerdar wie jedes Jahr gesellte. Diesmal war Guaredisch ihr Erw?hlter, weil seine Laufweite einem vollgetankten Bodoni entsprach und seine ungez?gelte Unterl?nge ihre Serifen so serafisch streifte, dass sie trotz Techtelmechtelei die magere Futura, jene zuverl?ssige und gern eingesetzte Langstreckenl?uferin, rechtsb?ndig ?berholen konnten.

## A.3. A Long Table with Booktabs

**Table A.1.:** A sample list of words.

ID	Word	Word Length	WD	ETL	PTL	WDplus
1	Eis	3	4	0.42	1.83	0.19
2	Mai	3	5	0.49	1.92	0.19
3	Art	3	5	0.27	1.67	0.14
4	Uhr	3	5	0.57	1.87	0.36
5	Rat	3	5	0.36	1.71	0.14
6	weit	4	6	0.21	1.65	0.25
7	eins	4	6	0.38	1.79	0.26
8	Wort	4	6	0.30	1.62	0.20
9	Wolf	4	6	0.18	1.54	0.19
10	Wald	4	6	0.31	1.63	0.19
11	Amt	3	6	0.30	1.67	0.14
12	Wahl	4	7	0.36	1.77	0.42
13	Volk	4	7	0.45	1.81	0.20
14	Ziel	4	7	0.48	1.78	0.42
15	vier	4	7	0.38	1.81	0.42
16	Kreis	5	7	0.26	1.62	0.33
17	Preis	5	7	0.28	1.51	0.33
18	Re-de	4	7	0.22	1.56	0.33
19	Saal	4	7	0.75	2.10	0.43
20	voll	4	7	0.48	1.82	0.24
21	weiss	5	7	0.21	1.59	0.36
22	?r-ger	5	7	1.16	2.69	0.59
continued on next page						



**Table A.1.:** (Continued)

ID	Word	Word Length	WD	ETL	PTL	WDplus
23	bald	4	7	0.18	1.56	0.19
24	hier	4	7	0.40	1.70	0.43
25	neun	4	7	0.17	1.52	0.26
26	sehr	4	7	0.36	1.85	0.43
27	Jahr	4	7	0.50	1.82	0.43
28	Gold	4	7	0.04	1.35	0.20
29	T?-ter	5	8	0.15	1.39	0.59
30	Tei-le	5	8	0.30	1.71	0.46
31	Na-tur	5	8	0.18	1.59	0.41
32	Feu-er	5	8	0.30	1.71	0.45
33	Rol-le	5	8	0.15	1.46	0.45
34	Rock	4	8	0.29	1.68	0.25
35	Spass	5	8	0.28	1.64	0.32
36	G?s-te	5	8	0.49	1.75	0.66
37	En-de	4	8	0.36	1.72	0.33
38	Kunst	5	8	0.26	1.59	0.35
39	Li-nie	5	8	0.45	1.88	0.63
40	B?u-me	5	8	0.48	1.92	0.45
41	B?h-ne	5	9	0.94	2.48	0.62
42	Bahn	4	9	0.21	1.62	0.42
43	B?r-ger	6	9	0.38	1.70	0.65
44	Druck	5	9	0.60	2.03	0.31
45	zehn	4	9	0.41	1.84	0.42
46	Va-ter	5	9	0.36	1.78	0.40
47	Angst	5	9	0.29	1.56	0.35
48	lei-der	6	9	0.13	1.47	0.52
49	h?u-fig	6	9	0.82	2.31	0.52
50	le-ben	5	9	0.38	1.85	0.40
51	aus-ser	6	9	1.20	2.26	0.57
52	be-vor	5	9	1.28	2.75	0.39
53	Kai-ser	6	9	0.92	2.37	0.53
54	Markt	5	9	0.23	1.58	0.28
55	Os-ten	5	9	0.21	1.54	0.48
56	Krieg	5	9	0.33	1.67	0.50
57	Mann	4	9	0.31	1.47	0.25
58	Hal-le	5	9	0.24	1.65	0.45
59	heu-te	5	9	0.44	1.87	0.46
60	in-nen	5	10	0.36	1.80	0.45
61	Na-men	5	10	0.28	1.72	0.41
62	jetzt	5	10	0.70	2.07	0.32
63	kei-ner	6	10	0.28	1.62	0.53

continued on next page

**Table A.1.:** (Continued)

ID	Word	Word Length	WD	ETL	PTL	WDplus
64	Schu-le	6	10	1.02	2.12	0.48
65	Ar-beit	6	10	0.34	1.70	0.52
66	An-teil	6	10	0.27	1.63	0.53
67	di-rekt	6	10	0.67	2.04	0.47
68	vor-her	6	10	0.78	2.25	0.47
69	wol-len	6	10	0.44	1.85	0.51
70	Kampf	5	10	0.70	1.96	0.27
71	?n-dern	6	10	1.18	2.62	0.65
72	lau-fen	6	10	0.21	1.64	0.52
73	Eu-ro-pa	6	10	0.23	1.53	0.66
74	statt	5	10	1.61	2.86	0.39
75	Wes-ten	6	10	0.29	1.60	0.54

# Bibliography

- [CHS<sup>+</sup>19] Z. Cao, G. Hidalgo Martinez, T. Simon, S. Wei, and Y. A. Sheikh. Openpose: Real-time multi-person 2d pose estimation using part affinity fields. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2019.
- [RBH<sup>+</sup>21] Davis Rempe, Tolga Birdal, Aaron Hertzmann, Jimei Yang, Srinath Sridhar, and Leonidas J. Guibas. Humor: 3d human motion model for robust pose estimation. In *International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 2021.