



Problem Description

Landing is a hard part of autonomous drone flight because it is risky and requires high precision. GPS alone does not provide a sufficiently accurate position estimate for landing, so we have to use other means. Fiducial markers can allow a drone to recognize a landing pad cheaply and relatively reliably. Previous methods have used a fixed, downward facing camera to identify fiducial markers on a landing pad, with the disadvantage that they can easily lose track of it. This project presents a method of autonomous fiducial landing with a gimbal-mounted camera that can track the marker, giving the advantage that the drone doesn't lose sight of the landing pad easily, but with the disadvantage that the drone must accurately detect not only the position, but also the orientation of the landing pad. The orientation is particularly hard to accurately detect because of the camera's limited pixel resolution and distortions.

Methods

Nam vulputate nunc felis, non condimentum lacus porta ultrices. Nullam sed sagittis metus. Etiam consectetur gravida urna quis suscipit.

- **Mauris tempor** risus nulla, sed ornare
- **Libero tincidunt** a duis congue vitae

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Marker System

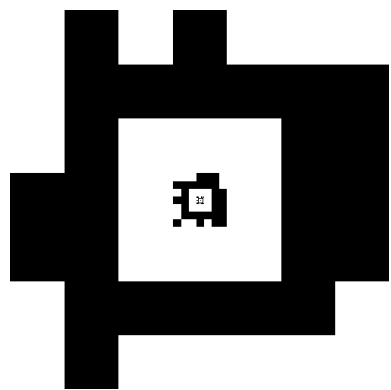


Figure 1:The landing pad with 3 embedded April Tags of the 24h10 family.

System Design & Equipment

Suspendisse vitae elit. Aliquam arcu neque, ornare in, ullamcorper quis, commodo eu, libero. Fusce sagittis erat at erat tristique mollis. Maecenas sapien libero, molestie et, lobortis in, sodales eget, dui. Morbi ultrices rutrum lorem. Nam elementum ullamcorper leo. Morbi dui. Aliquam sagittis. Nunc placerat. Pellentesque tristique sodales est. Maecenas imperdiet lacinia velit. Cras non urna. Morbi eros pede, suscipit ac, varius vel, egestas non, eros. Praesent malesuada, diam id pretium elementum, eros sem dictum tortor, vel consectetur odio sem sed wisi.

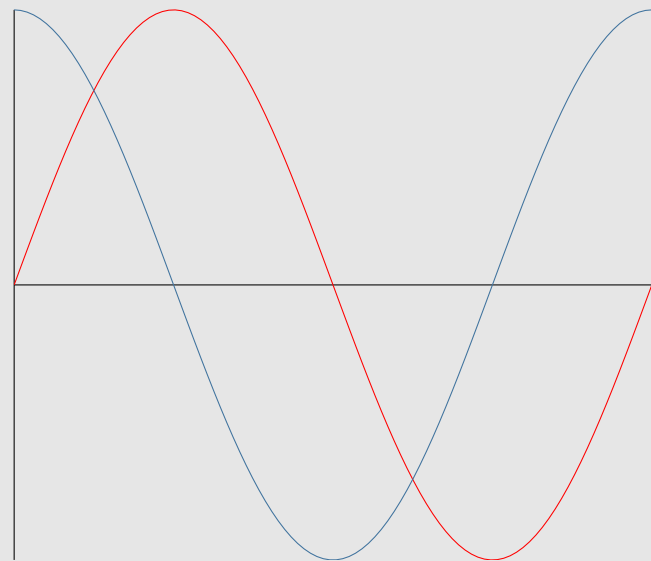


Figure 2:Another figure caption.

Nulla in ipsum. Praesent eros nulla, congue vitae, euismod ut, commodo a, wisi. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Aenean nonummy magna non leo. Sed felis erat, ullamcorper in, dictum non, ultricies ut, lectus. Proin vel arcu a odio lobortis euismod. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Proin ut est. Aliquam odio. Pellentesque massa turpis, cursus eu, euismod nec, tempor congue, nulla. Duis viverra gravida mauris. Cras tincidunt. Curabitur eros ligula, varius ut, pulvinar in, cursus faucibus, augue.

Results

Nullam non est elit. In eu ornare justo. Maecenas porttitor sodales lacus, ut cursus augue sodales ac.

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$$

Interdum et malesuada fames {1, 4, 9, ...} ac ante ipsum primis in faucibus. Cras eleifend dolor eu nulla suscipit suscipit. Sed lobortis non felis id vulputate.

A heading inside a block

Praesent consectetur mi $x^2 + y^2$ metus, nec vestibulum justo viverra nec. Proin eget nulla pretium, egestas magna aliquam, mollis neque. Vivamus dictum $\mathbf{u}^T \mathbf{v}$ sagittis odio, vel porta erat congue sed. Maecenas ut dolor quis arcu auctor porttitor.

Another heading inside a block

Sed augue erat, scelerisque a purus ultricies, placerat porttitor neque. Donec $P(y \mid x)$ fermentum consectetur $\nabla_x P(y \mid x)$ sapien sagittis egestas. Duis eget leo euismod nunc viverra imperdiet nec id justo.

Lipsum

Quisque facilisis auctor sapien. Pellentesque gravida hendrerit lectus. Mauris rutrum sodales sapien. Fusce hendrerit sem vel lorem. Integer pellentesque massa vel augue. Integer elit tortor, feugiat quis, sagittis et, ornare non, lacus. Vestibulum posuere pellentesque eros. Quisque venenatis ipsum dictum nulla. Aliquam quis quam non metus eleifend interdum. Nam eget sapien ac mauris malesuada adipiscing. Etiam eleifend neque sed quam. Nulla facilisi. Proin a ligula. Sed id dui eu nibh egestas tincidunt. Suspendisse arcu.

Maecenas dui. Aliquam volutpat auctor lorem. Cras placerat est vitae lectus. Curabitur massa lectus, rutrum euismod, dignissim ut, dapibus a, odio. Ut eros erat, vulputate ut, interdum non, porta eu, erat. Cras fermentum, felis in porta congue, velit leo facilisis odio, vitae consectetur lorem quam vitae orci. Sed ultrices, pede eu placerat auctor, ante ligula rutrum tellus, vel posuere nibh lacus nec nibh. Maecenas laoreet dolor at enim. Donec molestie dolor nec metus. Vestibulum libero. Sed quis erat. Sed tristique. Duis pede leo, fermentum quis, consectetur eget, vulputate sit amet, erat.

References

[1] Claude E. Shannon.
A mathematical theory of communication.
Bell System Technical Journal, 27(3):379--423, 1948.