



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
PTC 3101 – Engenho e Arte do Controle Automático
Prof. Dr. Felipe Miguel Pait

Lidares, Radares de Luz

Ricardo da Cruz Campos n° USP:9349068

SÃO PAULO 2020

Introdução

Lidares, acrônimo do inglês para “Light Detection and Ranging” é um método para aferição de distâncias, iluminando-se o alvo com luz laser e medindo a reflexão com um sensor. Sendo assim, as diferenças nos tempos de retorno do laser e comprimentos de onda podem ser usadas para fazer representações digitais 3D do alvo. Lidares são comumente utilizados na obtenção de mapas de alta resolução, com aplicações em agrimensura, geodésia, geomática, arqueologia, geografia, geologia, geomorfologia, sismologia, silvicultura, física atmosférica, mapeamento de faixa a laser, altimetria a laser e também no controle e navegação de veículos autônomos.

Antecedentes

A técnica de detecção de objetos distantes começou com a tecnologia de radares (“Radio Detection and Ranging”). Utilizando-se ondas de rádio emitidas por uma antena de forma direcional, de modo que a detecção das ondas refletidas e o cálculo do tempo entre transmissão e recepção permitem determinar a localização do objeto.

Um radar é composto por uma antena transmissora/receptora de sinais para Super Alta Frequência (SHF), a transmissão é um pulso eletromagnético de alta potência, curto período e feixe muito estreito. Durante a propagação pelo espaço, o feixe se alarga em forma de cone, até atingir ao alvo que está sendo monitorado, sendo então refletido, e, retornando para a antena, que neste momento é receptora de sinais.

Como é conhecida a velocidade de propagação do pulso, e pelo tempo de chegada do eco, pode-se facilmente calcular a distância do objeto. É possível também, saber se o alvo está se afastando, ou se aproximando da estação, isto se deve ao Efeito Doppler, isto é, pela defasagem de frequência entre o sinal emitido e recebido.

Histórico da tecnologia

O primeiro sistema semelhante ao Lidar foi introduzido em 1961 pela Hughes Aircraft Company, logo após a invenção do laser. Destinado ao rastreamento de satélite, o sistema combinava imagens focadas a laser com a capacidade de calcular distâncias medindo-se o tempo para que um sinal retornasse, usando sensores apropriados. Foi originalmente chamado de Colidar, acrônimo para “Coherent Light Detection and Ranging”. Dos primeiros sistemas Colidar são derivados todos os telêmetros a laser, altímetros a laser e unidades Lidar. A primeira aplicação terrestre prática de um sistema Colidar foi o "Colidar Mark II", um grande telêmetro a laser semelhante a um rifle

produzido em 1963 que tinha um alcance de 7 milhas e uma precisão de 15 pés, para ser usado em alvos militares.

As primeiras aplicações de Lidar vieram na meteorologia, quando o Centro Nacional Norte Americano de Pesquisa Atmosférica o utilizou para medir nuvens e poluição. O público em geral ficou ciente da precisão e utilidade dos sistemas Lidar em 1971 durante a missão Apollo 15, quando os astronautas usaram o altímetro a laser para mapear a superfície da Lua.

Descrição Geral

Lidares utilizam luz ultravioleta, luz no espectro do visível ou até mesmo luz próxima do infravermelho para iluminar o objeto alvo. É capaz de atingir uma ampla gama de materiais, incluindo objetos não metálicos como rochas, a própria chuva, compostos químicos, aerossóis, nuvens e até mesmo moléculas individualmente.

Um feixe estreito de laser pode mapear características físicas com uma resolução muito alta, por exemplo, uma aeronave pode mapear um terreno com resolução de 30cm ou melhor.

O conceito essencial de lidar foi originado por E.H. Synge em 1930, que previu o uso de holofotes poderosos para sondar a atmosfera. Os instrumentos Lidar instalados em aeronaves e satélites realizam levantamento e mapeamento. A própria NASA identificou o Lidar como uma tecnologia chave para permitir o pouso autônomo e seguro de futuros veículos de pouso lunar robóticos e tripulados.

Os comprimentos de onda utilizados variam de acordo com o alvo: de cerca de 10 μ m (infravermelho) a aproximadamente 250nm (ultravioleta). Usualmente, a luz é refletida por retroespelhamento. Mas diferentes tipos de espalhamento podem ser usados para diferentes aplicações de Lidar: mais comumente espalhamento Rayleigh, espalhamento Mie, espalhamento Raman e fluorescência. Combinações adequadas de comprimentos de onda podem permitir o mapeamento remoto de conteúdos atmosféricos, identificando mudanças dependentes do comprimento de onda na intensidade do sinal retornado.

Os dois tipos de detecção Lidar são o tipo incoerente, de detecção de luz direta que mede principalmente as mudanças de amplitude da luz refletida e a detecção coerente, melhor para medir mudanças Doppler ou mudanças na fase da luz refletida.

Ambos os tipos de detecção empregam modelos de pulso: micropulso ou alta energia. Os sistemas micropulso utilizam explosões intermitentes de energia. Esses sistemas se desenvolveram como resultado do poder cada vez maior do computador, combinado com os avanços da tecnologia de laser. Eles usam consideravelmente menos energia no laser, normalmente da ordem de um microjoule, e geralmente são "seguros para os olhos", o que significa que podem ser usados sem precauções de segurança. Sistemas de alta potência são comuns em pesquisas atmosféricas, onde são amplamente usados para medir parâmetros atmosféricos: altitude e altura, camadas e densidades de

nuvens, propriedades de partículas de nuvem (coeficiente de extinção, coeficiente de retroespalhamento, despolarização), temperatura, pressão, vento, umidade, e concentração de gases traço (ozônio, metano, óxido nitroso, etc).

Aplicações

Existe uma grande variedade de possíveis aplicações para Lidares. Algumas das principais aplicações são listadas a seguir.

Agricultura

Os robôs agrícolas têm sido usados para uma variedade de propósitos, desde dispersões de sementes e fertilizantes, técnicas de detecção, bem como patrulhamento de safras para a tarefa de controle de ervas daninhas.

Lidar pode ajudar a determinar onde aplicar fertilizantes caros. Ele pode criar um mapa topográfico dos campos e revelar as encostas e a exposição solar das terras agrícolas. Pesquisadores do Serviço Norte Americano de Pesquisa Agrícola usaram esses dados topográficos com os resultados da produção de terras agrícolas de anos anteriores para categorizar a terra em zonas de alta, média ou baixa produção. Isso indica onde aplicar fertilizante para maximizar o rendimento.

Lidar agora são utilizados para monitorar insetos no campo. O uso de Lidar pode detectar o movimento e o comportamento de insetos voadores individuais, com identificação por sexo e espécie.

Outra aplicação é o mapeamento de culturas em pomares e vinhedos, para detectar o crescimento da folhagem e a necessidade de poda ou outra manutenção, detectar variações na produção de frutos ou contar plantas. O Lidar é útil em situações com GNSS negado, como pomares de nozes e frutas, onde a folhagem bloqueia os sinais de satélite para equipamentos de agricultura de precisão ou um trator sem motorista. Os sensores Lidar podem detectar as bordas das fileiras, para que o equipamento agrícola possa continuar se movendo até que o sinal GNSS seja restabelecido.

Arqueologia

Lidares tem muitos usos em arqueologia, incluindo planejamento de campanhas de campo, mapeamento de recursos sob o capelo da floresta e visão geral de recursos amplos e contínuos indistinguíveis do solo. Lidares podem produzir conjuntos de dados de alta resolução de forma rápida e barata. Os produtos derivados do Lidar podem ser facilmente integrados a um Sistema de Informação Geográfica (GIS) para análise e interpretação.

Lidares também podem ajudar a criar modelos de elevação digital (DEMs) de alta resolução de sítios arqueológicos que podem revelar microtopografia que de outra forma estaria oculta pela vegetação. A intensidade do sinal Lidar retornado pode ser usada para detectar características enterradas sob superfícies planas de vegetação, como campos, especialmente ao mapear usando o espectro infravermelho. A presença dessas características afeta o crescimento da planta e, portanto, a quantidade de luz infravermelha refletida de volta. Podemos citar como exemplos o trabalho na Caracol de Arlen Chase e sua esposa Diane Zaino Chase. Em 2012, Lidar foi usado para pesquisar a lendária cidade de La Ciudad Blanca ou "Cidade do Deus Macaco" na região de La Mosquitia na selva hondurenha. Durante um período de mapeamento de sete dias, foram encontradas evidências de estruturas feitas pelo homem. Em junho de 2013, foi anunciada a redescoberta da cidade de Mahendraparvata. No sul da Nova Inglaterra, lidar foi usado para revelar paredes de pedra, fundações de edifícios, estradas abandonadas e outras características da paisagem obscurecidas na fotografia aérea pela densa copa da floresta da região.

Outro exemplo notável foi o de, em 2012, Lidares revelaram que o assentamento Purépecha de Angamuco em Michoacán, México, tinha quase tantos edifícios quanto a atual Manhattan; enquanto em 2016, seu uso no mapeamento de antigas calçadas maias no norte da Guatemala revelou 17 estradas elevadas ligando a antiga cidade de El Mirador para outros locais. Em 2018, arqueólogos usando lidar descobriram mais de 60.000 estruturas feitas pelo homem na Reserva da Biosfera Maia, um "grande avanço" que mostrou que a civilização Maia era muito maior do que se pensava.

Veículos autônomos

Os veículos autônomos podem usar Lidares para detectar e evitar obstáculos para navegar com segurança pelos ambientes. A saída da nuvem de pontos do sensor Lidar fornece os dados necessários para o software do robô determinar onde existem obstáculos potenciais no ambiente e onde o robô está em relação a esses obstáculos potenciais.

Nos sistemas de transporte, para garantir a segurança do veículo e dos passageiros e para desenvolver sistemas eletrônicos que ofereçam assistência ao motorista, é essencial entender o veículo e o ambiente ao seu redor. Os sistemas Lidar desempenham um papel importante na segurança dos sistemas de transporte. Muitos sistemas eletrônicos que agregam assistência ao motorista e segurança do veículo, como Controle de Cruzeiro Adaptativo (ACC), Assistência à Frenagem de Emergência e Sistema de Frenagem Antibloqueio (ABS), dependem da detecção do ambiente do veículo para agir de forma autônoma ou semiautônoma.

